

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



***“MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
SAYMIRÍN V”***

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO

AUTORES:

DUCHI MESA TANIA JAKELINE

PERALTA ABRIL ALFREDO ESTEBAN

DIRECTOR:

ING. CARLOS DURÁN NORITZ

CUENCA-ECUADOR

2014



RESUMEN

Elecaustro S.A. en su afán de mejorar el proceso de generación de energía eléctrica, ha construido la fase V de la Central Saymirín, con el fin de optimizar el uso del recurso hídrico que posee la zona y logrando un aumento de generación total.

Por ello, en el presente trabajo se encuentra una base teórica sobre el tipo de centrales hidroeléctricas existentes y en la cual se clasifica Saymirín, además del tipo de mantenimiento que requiere esta nueva central para poder brindar sus servicios de manera óptima con la mínima interrupción de operación.

Inmediatamente se encuentra la descripción de toda la infraestructura incluida la parte civil y el equipamiento electromecánico que conforman la central, para poder familiarizarnos como está concebida en conjunto toda la planta.

Se sigue con el desarrollo de una guía sobre las secuencias de operación que se debe tomar en cuenta al momento de operar las dos unidades de generación, tanto en una operación normal como en estado de emergencia.

Se cuenta además con un conjunto de acciones de mantenimiento propuestas para cada uno de los elementos, éstos se basan en la sugerencia de los fabricantes, constructores y el mismo personal de operación y mantenimiento que dispone la empresa, siendo una fuente de información muy valiosa debido a la experiencia que ellos poseen.

Finalmente se encuentra un cronograma de mantenimiento propuesto para llevar a cabo todas las acciones que se sugieren, se incluyen tiempos y responsables de acuerdo a la organización propia de la empresa.

PALABRAS CLAVE

Mantenimiento preventivo; Mantenimiento predictivo; Edificio de control; Casa de máquinas; Área de potencia; Operación; Orden de trabajo; Cronograma.



ABSTRACT

Elecaustro SA in an effort to improve the process of power generation, has built Fase V de la Central Saymirín, in order to optimize the use of water to the area and has achieved an increase in total generation.

Therefore, in the present work is a theoretical background on the type of existing hydroelectric plants, and in which Saymirín ranks, besides the type of maintenance required for this new Central to provide services optimally with minimal disruption operation.

Immediately is the description of all civil infrastructure including part and electromechanical equipment that comprise the Central, to familiarize ourselves with the whole plant.

This is followed by the development of a guide on operation sequences that must be taken into account when operating the two generating units, both in normal operation and in a state of emergency.

It also has a set of maintenance actions proposed for each of the elements, these are based on the suggestion of manufacturers, builders and the same staff for operation and maintenance available to the company, being a valuable source of information because the experience they have.

Finally there is a proposed maintenance schedule for performing all the suggested actions, time and responsible according to self-organization of the company are included.



ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	33
INTRODUCCIÓN	33
1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	33
2 ANTECEDENTES.....	33
3 ALCANCE	34
4 JUSTIFICACIÓN	34
5 METODOLOGÍA.....	35
6 OBJETIVOS	35
6.1 Objetivo General	35
6.2 Objetivos específicos.....	35
CAPÍTULO II.....	37
MARCO TEÓRICO	37
1 CENTRAL HIDROELÉCTRICA.....	37
1.1 CLASIFICACIÓN:.....	38
1.1.1 CENTRALES DE EMBALSE	38
1.1.2 CENTRALES DE AGUA FLUYENTE.....	38
1.1.3 CENTRALES DE BOMBEO.....	38
1.1.4 MINICENTRALES (< 1MW).....	39
1.1.5 CENTRALES EN CIRCUITOS DE AGUA POTABLE	39
1.2 PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V	39
2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CENTRAL DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA.....	40
2.1 ¿QUÉ ES LA OPERACIÓN?	40



2.1.1	ESTADOS DE OPERACIÓN:	40
2.1.1.1	Estado Normal	40
2.1.1.2	Estado de Alerta	41
2.1.1.3	Estado de Emergencia	41
2.1.1.4	Estado Extremo o de Falla	41
2.1.1.5	Estado De Recuperación	41
2.1.2	MANDOS DE OPERACIÓN:	41
2.1.2.1	Mando Local	42
2.1.2.2	Mando Remoto	42
2.1.3	MODOS DE OPERACIÓN:	42
2.1.3.1	Local Manual	42
2.1.3.2	Local Automático	42
2.1.3.3	TEST (PRUEBA)	43
2.2	CICLO DE VIDA DE UNA MAQUINA	43
2.2.1	Mortandad infantil:	43
2.2.2	Vida útil (Periodo de Operación Normal):	43
2.2.3	Desgaste por envejecimiento:	44
2.3	¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?	44
2.3.1	¿CUÁL ES EL OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO?	44
2.3.2	TIPOS DE MANTENIMIENTO	44
2.3.2.1	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	44
2.3.2.2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	45
2.3.2.3	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	45
CAPÍTULO III		47
OBRAS CIVILES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V		47



1	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CONDUCCIÓN.....	47
1.1	TANQUE DE CARGA.....	47
1.2	TUBERÍA DE PRESIÓN	48
1.3	CANAL DE DESCARGA.....	49
1.4	Mantenimiento	50
2	SISTEMA CENTRAL.....	50
2.1	CASA DE MÁQUINAS Y EDIFICIO DE CONTROL	50
2.2	MALECÓN Y VÍAS DE ACCESO.....	51
2.3	SISTEMA DE VENTILACIÓN	52
2.4	SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	52
2.5	SISTEMA DE ILUMINACIÓN GENERAL DE TODA LA CENTRAL	53
	ILUMINACIÓN GENERAL	53
2.6	MANTENIMIENTO	53
3	ÁREA DE POTENCIA	54
3.1	SUBESTACIÓN	54
3.2	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE	54
3.3	MANTENIMIENTO	55
	CAPITULO IV.....	56
	EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO DE LA CENTRAL	56
	SAYMIRÍN V.....	56
1	GRUPO TURBOGENERADOR.....	56
1.1	GENERADOR.....	56
1.1.1	REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE (AVR)	58
1.1.2	UNIDAD HIDRÁULICA DE PRESIÓN (Lub + Jacking Oil System)	58
1.1.2.1.1	LOS	59



1.1.2.1.2	JOS.....	59
1.1.3	PANEL DE CONTROL DE UNIDADES	59
1.1.3.1	PLC PREMIUM.....	59
1.1.3.2	MODICOM 340	59
1.1.3.3	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN DE PLC'S.....	60
1.1.3.4	INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI).....	60
1.1.3.5	MÓDULO ADVANTYS.....	60
1.1.4	PANEL DE PROTECCIONES	60
1.2	TURBINAS TIPO PELTON.....	61
1.2.1	VÁLVULA MARIPOSA.....	63
1.2.1.1	VÁLVULA BY-PASS.....	64
1.2.1.2	JUNTA DE DESMONTAJE.....	64
1.2.2	GOBERNADOR DIGITAL.....	64
1.2.2.1	REGULADOR DE VELOCIDAD	65
1.2.2.2	DISPOSITIVO DE SOBREVOLOCIDAD	65
1.2.2.3	UNIDAD HIDRÁULICA DE POTENCIA DE ALTA PRESIÓN (HIGH PRESSURE HPU L&S ELECTRIC INC.)	66
2	ÁREA DE POTENCIA	66
2.1	TRANSFORMADOR PRINCIPAL (Sistema de transformación de energía)	66
2.2	SISTEMA DE APERTURA Y CIERRE	67
2.2.1	INTERRUPTOR 69kV.....	67
2.2.2	SECCIONADORES.....	67
2.2.2.1	SECCIONADOR CON CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA.-	67
2.2.2.2	SECCIONADOR SIN CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA.-	68
2.3	SISTEMA DE MEDICIÓN	68
2.3.1	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.....	68



2.3.2	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.....	68
2.4	SISTEMA DE PROTECCIÓN.....	69
2.4.1	DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES O PARARRAYOS	69
3	SERVICIOS AUXILIARES	69
3.1	SISTEMA DE CORRIENTE ALTERNA.....	70
3.1.1	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES	70
3.1.2	CELDA DE MEDIA TENSIÓN	70
3.1.2.1	INTERRUPTOR DE VACIO SecoVac 17,5 kV	70
3.2	SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA	71
3.2.1	BANCO DE BATERÍAS	71
3.2.2	CARGADOR-RECTIFICADOR	72
3.3	SISTEMA DE BARRA SEGURA	73
3.3.1	INVERSOR DE FRECUENCIA	73
3.4	SISTEMA DE IZAJE	74
3.4.1	PUENTE GRÚA 35T/5T	74
CAPITULO V		75
PROCESOS PARA LA OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V.....		75
1	FASES DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.....	75
1.1	ARRANQUE	75
1.1.1	Pre-arranque (Condiciones iniciales)	76
1.1.2	Arranque	79
1.2	SINCRONIZACIÓN	81
1.3	CONEXIÓN A LA RED	81
1.4	OPERACIÓN	81
1.5	DESCONEXIÓN.....	87



1.5.1	Secuencia de parada normal	87
1.5.2	Parada de emergencia	88
1.5.2.1	Secuencia De Parada De Emergencia Eléctrica (86-E)	88
CAPÍTULO VI.....		89
PROCESOS DE MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V		89
Observaciones generales		89
1	CÓDIGO: GT-G0000	91
2	ELEMENTOS:.....	91
3	OBJETIVO.....	91
4	RESPONSABLE:	91
5	PROCEDIMIENTOS:	91
5.1	GT-G0001: Limpieza	91
5.2	GT-G0002: Inspección de aislamientos.....	91
6	SEGURIDAD:	92
7	MATERIALES:	92
8	PERIODICIDAD:	92
9	RECONOCIMIENTO GRÁFICO:	92
10	RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE	93
1	CÓDIGO: GT-E0000	94
2	ELEMENTO:.....	94
3	OBJETIVO.....	94
4	RESPONSABLE:	94
5	PROCEDIMIENTOS:	94
5.1	GT-E0003: Limpieza de bobinado.....	94
5.2	GT-E0004: Verificación de aislamiento de bobinado	94



5.3	GT-E0005: TEST de los diodos.....	95
5.4	GT-E0006: Sustitución de diodos	95
5.5	GT-E0007: Sustitución de varistores:	96
6	SEGURIDAD:.....	96
7	MATERIALES:	96
8	PERIODICIDAD:	97
9	RECONOCIMIENTO GRÁFICO	97
10	RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE	97
1	CÓDIGO: GT-CJ0000	98
2	ELEMENTOS:.....	98
3	OBJETIVO.....	98
4	RESPONSABLE:	98
5	PROCEDIMIENTOS:.....	98
5.1	GT-CJ0008: Limpieza:.....	98
5.2	GT-CJ0009: Registro de temperatura:	98
5.3	GT-CJ0010: Control de vibraciones.....	98
5.4	GT-CJ0011: Cambio de aceite	99
5.5	GT-CJ0012: Freno.....	99
6	SEGURIDAD:.....	99
7	MATERIALES:	99
8	PERIODICIDAD:	100
9	RECONOCIMIENTO GRÁFICO:	100
10	RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE	100
1	CÓDIGO: GT-HPU0000	101
2	ELEMENTO:	101



3	OBJETIVO.....	101
4	RESPONSABLE:	101
5	PROCEDIMIENTOS:	101
5.1	GT-HPU0013: Verificación de temperatura y aceite	101
5.2	GT-HPU0014: Fugas	101
5.3	GT-HPU0015: Cambio de aceite:.....	101
6	SEGURIDAD:.....	102
7	MATERIALES:	102
8	PERIODICIDAD:	102
9	RECONOCIMIENTO GRÁFICO:	102
1	CÓDIGO: GT-RF0000.....	104
2	ELEMENTO:.....	104
3	OBJETIVO.....	104
4	RESPONSABLE:	104
5	PROCEDIMIENTOS:	104
5.1	GT-RF0016: Verificación de niveles	104
5.2	Limpieza general	104
5.2.1	GT-RF0017: Tanque:	104
5.2.2	GT-RF0018: Serpentin:.....	104
5.2.3	GT-RF0019: Carcasa:.....	105
6	SEGURIDAD:.....	105
7	MATERIALES:	105
8	PERIODICIDAD:	105
9	DIAGRAMA Y RECONOCIMIENTO GRÁFICO:.....	105
1	CÓDIGO GT-PT0000	107



2	ELEMENTO:.....	107
3	OBJETIVO.....	107
4	RESPONSABLE:.....	107
5	PROCEDIMIENTOS:.....	107
5.1	GT-PT0020: Caja de conexión:.....	107
5.2	GT-PT0021: Terminales de puesta a tierra:.....	107
6	SEGURIDAD:.....	107
7	MATERIALES:.....	108
8	PERIODICIDAD:	108
9	RECONOCIMIENTO GRÁFICO:.....	109
1	CÓDIGO: GT-PC0000.....	110
2	ELEMENTOS:.....	110
3	OBJETIVO.....	110
4	RESPONSABLE:.....	110
5	PROCEDIMIENTOS:.....	110
5.1	GT-PC0022: Revisión de temperatura.....	110
5.2	GT-PC0023: Mantenimiento general.....	110
6	SEGURIDAD:.....	110
7	MATERIALES:.....	111
8	PERIODICIDAD:	111
9	RECONOCIMIENTO GRÁFICO:.....	111
CAPÍTULO VII		112
PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V		112
1	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	112
2	SOFTWARE DE MANTENIMIENTO UTILIZADO EN ELECAUSTRO S.A.	118



2.1	Arquitectura y Características del SisMAC	118
2.2	Descripción general del entorno SisMAC.	118
2.3	Características principales del SisMAC	121
2.4	SisMAC en ELECAUSTRO S.A.	122
3	ORDEN DE TRABAJO	126
CAPÍTULO VIII.....		132
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		132
1	CONCLUSIONES	132
2	RECOMENDACIONES.....	133
Bibliografía.....		134



ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo IV

Tabla 4.1: Características del generador de la central Saymirín V.....	57
Tabla 4.2: Características de AVR	58
Tabla 4.3: Características Turbina Pelton	62
Tabla 4.4: Tiempos de apertura y cierre de los inyectores	62
Tabla 4.5: Calibración de tiempos de deflectores de unidad 1	63
Tabla 4.6: Calibración de tiempos de deflectores de unidad 1	63

Capítulo V

Tabla 5.1: Rangos de operación del generador	83
Tabla 5.2: Tabla de registro de unidad 1	84
Tabla 5.3: Tabla de registro de la Unidad 2	84
Tabla 5.4: Tabla de registro de Banco de batería	85
Tabla 5.5: Tabla de rutas del Operador	86

Capítulo VII

Tabla 7.1: Módulos principales.....	119
Tabla 7.2: Utilitarios	119
Tabla 7.3: Submódulos	120
Tabla 7.4: código y significado de la plantilla del SisMAC	124
Tabla 7. 5: Plantilla Del SisMAC de sistemas	125



ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo II

Fig. 2.1: Esquema de una central hidráulica con sus principales componentes.....	37
Fig. 2.2: Estados de Operación	41
Fig. 2.3: Curva de la bañera o Curva del ciclo de vida.....	43

Capítulo III

Fig. 3.1: Plano de ubicación de la Central Saymirín V.....	47
Fig. 3.2: Tanque De Carga.....	48
Fig. 3.3: Tubería de presión.....	49
Fig. 3.4: Canal de Descarga.....	50
Fig. 3.5: Edificio de Control.....	51
Fig. 3.6: Malecón y vías de acceso	51
Fig. 3.7: Tubería y válvula del sistema contra incendios.....	53
Fig. 3.8: Subestación	54
Fig. 3.9: Tanque separador de aceite	54

Capítulo V

Fig. 5.1: Fases de Operación y Funcionamiento	75
---	----

Capítulo VII

Fig. 7.1: Ventana principal (izq), barra de acceso rápido (der).....	118
Fig. 7.2: Módulos, Submódulos, Utilitarios y Seguridad del SISMAC.....	119
Fig. 7.3: Niveles Jerárquicos	122
Fig. 7.4: Niveles Jerárquicos	123



ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXOS

Tabla 1: Características Técnicas Tanque de Carga	137
Tabla 2: Características técnicas de Turbina	138
Tabla 3: Características Canal de Descarga	142
Tabla 4: Dimensiones de casa de máquinas y edificio de control.....	159
Tabla 5: Características técnicas del Water Spray	161
Tabla 6: Características técnicas de Gabinetes de sistema contra incendios	162
Tabla 7: Descripción Subestación.....	177
Tabla 8: Características Técnicas del Generador.....	182
Tabla 9: Diagrama de detalle de los elementos del Generador	184
Tabla 10: Características Técnicas del Regulador de Voltaje AVR.....	186
Tabla 11: Índice de los Ajustes de Ganancia de la Gama de Estabilidad Automática del AVR.....	187
Tabla 12: Características del Dispositivo de Sobre Velocidad	189
Tabla 13: Características Técnicas del Dispositivo de Sobrevelocidad.....	189
Tabla 14: Características Turbina Pelton	193
Tabla 15: Características del Rodete	193
Tabla 16: Condiciones de operación del rodete.....	194
Tabla 17: Características de los Inyectores	195
Tabla 18: Deflector.....	196
Tabla 19: Características del Distribuidor	198
Tabla 20: Características de la Carcasa	200
Tabla 21: Válvula de Guardia tipo Mariposa	202
Tabla 22: Datos Técnicos Válvula Mariposa.....	203
Tabla 23: Válvula de Aguja.....	204
Tabla 24: Junta de desmontaje.....	205



Tabla 25: Partes de la junta de expansión.....	205
Tabla 26: Controles de Gobernador.....	207
Tabla 27: Características Técnicas HPU.....	208
Tabla 28: Datos Motor-Bomba de HPU.....	208
Tabla 29: unidad hidráulica de potencia.....	209
Tabla 30: Características Técnicas del transformador Principal.....	230
Tabla 31: Características Interruptor de 69kv.....	232
Tabla 32: Tabal de Aislamientos.....	233
Tabla 33: Características Seccionadores con Cuchilla de Puesta a Tierra.....	237
Tabla 34: Características Seccionadores sin Cuchillas de puesta Tierra.....	239
Tabla 35: Características pararrayos.....	241
Tabla 36: Características Transformador de Corriente.....	244
Tabla 37: características Transformador de Corriente TC-L.....	245
Tabla 38: Características del Transformador de Potencia.....	248
Tabla 39: Características del Transformador de Servicios Auxiliares.....	285
Tabla 40: Accesorios Transformador Auxiliar.....	286
Tabla 41: elementos del Transformador Auxiliar.....	287
Tabla 42: Tablero de 125 Vcd.....	289
Tabla 43: Características Celdas de Media Tensión.....	290
Tabla 44: Celdas de media Tensión A01 y A02.....	292
Tabla 45: Celda de Media Tensión A03.....	293
Tabla 46: Celda de Media Tensión A04.....	294
Tabla 47: Celda de Media Tensión A05.....	295
Tabla 48: Características de Interruptor de Vacío.....	296
Tabla 49: Características Baterías.....	297



Tabla 50: Características Cargador/Rectificador	298
Tabla 51: Características Técnicas del Inversor de Frecuencia	300
Tabla 52: Elementos del Módulo TSXP573634M	302
Tabla 53: Módulos PLC Premium.....	304
Tabla 54: Características Fuente de Alimentación	305
Tabla 55: Módulo BMX P34	306
Tabla 56: Módulos de Entrada	306
Tabla 57: Módulo de Alimentación	307
Tabla 58: Equipos y Comunicaciones de las Unidades de Control.....	308
Tabla 59: Equipos y Comunicaciones del PLC de Servicios Generales	309
Tabla 60: Funciones del Relé MICOM P343	310
Tabla 61: Funciones del Relé MULTILIN 350	311
Tabla 62: Funciones del Relé MICOM P643	312
Tabla 63: Funciones del Relé MICOM P746.....	313
Tabla 64: Funciones del Relé MICOM P543	313
Tabla 65: Características Eléctricas de los Tramos de Líneas.....	314
Tabla 66: Puente Grúa	315
Tabla 67: Traslación Longitudinal.....	316
Tabla 68: Traslación Cruzada.....	316

ÍNDICE DE IMÁGENES DE ANEXOS

Fig. 1: Rejilla metálica	137
Fig. 2: Referencia de Limpieza para tanque de carga	139
Fig. 3: Soportes Tubería De Presión.....	139
Fig. 4: Bifurcador de la tubería de presión.....	140
Fig. 5: Tubería de Presión.....	140



Fig. 6: Bloque de anclaje de la unión de la tubería de presión con el bifurcador.....	141
Fig. 7: Diseño de las juntas de expansión.....	141
Fig. 8: Tanque de carga.....	145
Fig. 9: Tubería de ventilación	146
Fig. 10: Sistema de elevación de rejilla y tablero de control.....	152
Fig. 11: Tubería de presión.....	155
Fig. 12: Canal de descarga	158
Fig. 13: Vista de entrada principal a la Casa de máquinas.....	159
Fig. 14: Evaporadores y Climatizador del edificio de control	160
Fig. 15: Ventilador casa de máquinas.....	160
Fig. 16: Válvulas de control y reducción de presión.....	162
Fig. 17: Tubería y válvulas para sistema contra incendios de la subestación	162
Fig. 18: Casa de máquinas y edificio de control	165
Fig. 19: Elementos del sistema contra incendios.....	173
Fig. 20: Luminarias y tomacorrientes	176
Fig. 21: Tanque separador de aceite.....	177
Fig. 22: Plataforma de subestación	179
Fig. 23: Dispositivo de Sobrevelocidad.....	190
Fig. 24: Indicadores de presión de HPU de generador.....	190
Fig. 25: Simulación 3D rodete.....	194
Fig. 26: Cangilón o Álabes de Turbina Pelton	194
Fig. 27: Inyectores	195
Fig. 28: Esquema Deflectores.....	197
Fig. 29: Deflectores.....	198
Fig. 30: Vista del distribuidor y la carcasa previo a la fundición del hormigón.....	199



Fig. 31: Simulación 3D del Distribuidor	199
Fig. 32: Carcasa	200
Fig. 33: Colocación de la carcasa	201
Fig. 34: Válvula mariposa	202
Fig. 35: Esquema Válvula mariposa.....	203
Fig. 36: Válvula mariposa	204
Fig. 37: Junta de desmontaje o brida de expansión	205
Fig. 38: Junta desmontable	206
Fig. 39: Vista lateral Junta de desmontaje	206
Fig. 40: Rodete	211
Fig. 41: Unión carcasa inyector.....	213
Fig. 42: Rejilla de mantenimiento	216
Fig. 43: Válvula mariposa y aguja.....	219
Fig. 44: Planos del inyector.....	222
Fig. 45: Aguja y Tobera.....	222
Fig. 46: tubería de testigos.....	223
Fig. 47: Transductor de desplazamiento.....	223
Fig. 48: Testigos de agua y aceite	223
Fig. 49: Partes a revisar del deflector.....	226
Fig. 50: Puntos de inspección del deflector.....	226
Fig. 51: Sistema de varillaje del deflector	227
Fig. 52: HPU de válvulas, deflector e inyector.....	229
Fig. 53: Transformador Principal.....	231
Fig. 54: Interruptor 69kv.....	234
Fig. 55: Tablero del Interruptor 69kv	234



Fig. 56: Interruptor 69kv.....	235
Fig. 57: Seccionadores y tablero de Seccionadores	236
Fig. 58: Seccionador con Cuchillas de Puesta a Tierra	238
Fig. 59: Seccionadores Sin Cuchillas de Puesta a Tierra.....	240
Fig. 60: Diagrama Característico de tensión industrial-Tiempo (en caso de sobretensión temporal)	242
Fig. 61: Esquema Descargadores de Sobretensión	242
Fig. 62: protección de Descargadores de Sobretensiones a la Sub Estación.....	243
Fig. 63: Puntas Franklin	243
Fig. 64: Transformadores de Corriente Instalados en la Subestación	246
Fig. 65: Transformador de Corriente.....	246
Fig. 66: Tablero transformador de Corriente.....	247
Fig. 67: Placa de transformador de Corriente.....	247
Fig. 68: Transformador de Potencial	249
Fig. 69: Transformadores de Potencial Instalados en la Subestación.....	250
Fig. 70: Placa de transformadores de Potencial.....	250
Fig. 71: Transformador principal.....	254
Fig. 72: Bushings del transformador	256
Fig. 73: Respirador.....	258
Fig. 74: Radiador	260
Fig. 75: Panel de control local remoto.....	262
Fig. 76: Intercambiador de Taps.....	266
Fig. 77: Indicadores de temperatura del transformador.....	268
Fig. 78: Indicadores de nivel de aceite del Transformador	268
Fig. 79: indicador de acumulación de gas del tanque de aceite.....	270
Fig. 80: Características de Gas SF ₆	271



Fig. 81: Curvas de llenado de SF6.....	271
Fig. 82: Porta contactos.....	272
Fig. 83: Tablero de SF6.....	277
Fig. 84: Seccionadores	280
Fig. 85: Tablero de accionamiento de seccionadores	280
Fig. 86: Transformadores de corriente y potencial	282
Fig. 87: Puntas Franklin	284
Fig. 88: Contadores de descargas.....	284
Fig. 89: Vista Frontal del Transformador de SSAA	288
Fig. 90: vista Interior del Transformador de SSAA.....	288
Fig. 91: Diagrama Unifilar de Celdas de media Tensión	291
Fig. 92: Interruptor de Vacío Secovac 17.5kv	296
Fig. 93: Banco de Baterías	297
Fig. 94: Vista Frontal e Interior de Cargador/Rectificador	298
Fig. 95: Elementos Cargador/Rectificador.....	299
Fig. 96: diagrama de Bloques del Cargador/Rectificador	299
Fig. 97: Vista Frontal e Interna del Tablero de Inversor de Frecuencia.....	300
Fig. 98: sistema de Inversor	301
Fig. 99: PLC Premium.....	303
Fig. 100: Modulo de Alimentación	307
Fig. 101: Módulo Advantys	309
Fig. 102: Diagrama Unifilar del Sistema.....	315
Fig. 103: Esquema Puente Grúa.....	316
Fig. 104: Puente Grúa.....	317
Fig. 105: Botonera de Puente Grúa.....	317



Fig. 106: Control Remoto de Puente Grúa.....	317
Fig. 107: Transformador de servicios auxiliares	320
Fig. 108: Bushings del transformador.....	322
Fig. 109: Radiador del transformador.....	324
Fig. 110: Celdas de media tensión	330
Fig. 111: Banco de baterías.....	332
Fig. 112: Rectificador	335
Fig. 113: tableros de Barra segura.....	338
Fig. 114: Tablero de distribución.....	338
Fig. 115: Tableros del sistema de corriente alterna.....	340
Fig. 116: Tablero de sistemas de corriente continua.....	341
Fig. 117: Botonera	342
Fig. 118: Gancho.....	345
Fig. 119: Topes de carro de puente grúa.....	351
Fig. 120: Tablero de conexiones.....	353
Fig. 121: Ménsulas del puente grúa.....	356
Fig. 122: Diagrama de Bloques Condiciones de Pre-Arranque.....	360
Fig. 123: Diagrama de Bloques Arranque.....	363
Fig. 124: Diagrama de Bloques Parada.....	365
Fig. 125: Diagrama de Bloques Parada de Emergencia (86-E)	366



CERTIFICO QUE EL PRESENTE TRABAJO HA
SIDO DESARROLLADO POR LA SRA. Y EL SR.:

DUCHI MESA TANIA JAKELINE

PERALTA ABRIL ALFREDO ESTEBAN

ING. CARLOS DURÁN NORITZ

DIRECTOR DE TESIS



Yo, Duchi Mesa Tania Jakeline, autora de la tesis ***“MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V”***, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Eléctrico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, octubre de 2014

Duchi Mesa Tania Jakeline

C.I: 0104277082



Yo, Peralta Abril Alfredo Esteban, autor de la tesis ***“MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V”***, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Eléctrico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, octubre de 2014

Peralta Abril Alfredo Esteban

C.I: 0104790860



Yo, Duchi Mesa Tania Jakeline, autora de la tesis ***“MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V”***, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, octubre de 2014

Duchi Mesa Tania Jakeline

C.I: 0104277082



Yo, Peralta Abril Alfredo Esteban, autor de la tesis ***“MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V”***, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, octubre de 2014

Peralta Abril Alfredo Esteban

C.I: 0104790860



AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen, seres celestiales que impulsan mi vida a cada instante.

*A mis queridos padres Marcelo y Gladys, por continuar confiando y creyendo en
mí, gracias mil por todo y más.*

A mi querido esposo Xavier, tu apoyo es invaluable en esta etapa de mi vida.

*A mi adorada hija Renata, por permitir que cumpla mis sueños mientras tú
empiezas a soñar.*

*A ELECAUSTRO S.A. por la confianza entregada, de manera muy especial al Ing.
Carlos Durán Noritz, Director de la USSAY, por todo su apoyo, paciencia y guía no
solo en el desarrollo de la presente tesis sino en el día a día de la vida.*

Al Ing. Hernán Carrillo, por su confianza y amistad.

Al Ing. Víctor Sarango, por su colaboración y sinceridad.

A Malenita por su constante apoyo y colaboración.

*A mis amigos, que nunca dejaron que me desanime Alex, Alfredo, Juan, Marco,
Julio, Panchito, Edith...*

Con absoluta gratitud Tania



DEDICATORIA

A ustedes mis amores Xavi y Reni se las tenía pendiente, pero nunca hay plazo que
no se cumpla... Los amo...

A mi papicito y mamicita, reciban este logro con todo mi respeto, cariño y mi amor,
a pesar de la distancia sigo sintiendo su fuerza y apoyo.

A toda mi adorada familia Marce, Karla, Yoli, Eddy, Mami Rosa, Mati porque su
tiempo fue el mío también.

Y a todas aquellas personas especiales que han complementado mi vida, algunas
están presentes, otras en mis recuerdos y unos tantos en mi corazón, hoy se
merecen que les dedique este logro por todo su apoyo y bendiciones.

Tania



AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por darme la oportunidad de cumplir mis metas y darme las fuerzas para continuar cuando el camino se ponía difícil.

A mi papá y mi mamá que siempre han sido un ejemplo, siempre mis grandes amigos, que se toman el tiempo para escucharme, darme un consejo cuando lo necesito y darme ánimos cuando estoy deprimido.

A mi hermano, que sin lugar a dudas es uno de mis más grandes amigos, gracias por los ánimos para continuar el camino hasta alcanzar la meta.

Mis más sinceros agradecimientos al Ing. Carlos Duran Noritz por brindarnos su ayuda, amistad y apoyo para la elaboración de la presente tesis.

A ELECAUSTRO S.A. por brindarnos la oportunidad de crecer y obtener experiencia con el desarrollo de la presente tesis.

Al Ing. Víctor Sarango por su ayuda y guía.

A la Sra. Malena Ávila por su ayuda, colaboración y amistad.

A mi compañera de tesis Tania Duchi y mis amigos Marco Mora, Garlos Granda, Julio Gomez, Juan Cajisaca, les agradezco de corazón por brindarme su amistad y apoyo.

A Francisco Sánchez por brindarme su amistad.

Alfredo Peralta



Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres y a mi hermano por ser mis amigos, mi soporte, mi ejemplo, por su apoyo y amor incondicional.

Alfredo Peralta



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La CENTRAL HIDROELECTRICA SR. ARTURO SALAZAR ORREGO (SAYMIRÍN), está localizada en la parroquia Chiquintad de la provincia del Azuay, en el cantón Cuenca, aproximadamente a 20 Km. de distancia de la ciudad de Cuenca.

Esta central forma parte del Complejo Hidroeléctrico Machángara, que es de propiedad de la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A., un poco más adelante encontramos las represas de 'El Labrado' y 'Chanlud', y, la central hidroeléctrica Ing. Fernando Malo Cordero 'Saucay'.

Las aguas turbinadas en Saucay se aprovechan más abajo almacenándose en el tanque de Dutasay para ser utilizadas en Saymirín, y luego éstas sirven para alimentar la Planta de tratamiento de Agua Potable de Tixán que es propiedad de ETAPA y, para los sistemas de riego de Ochoa León y Chiquintad que son operados por las Juntas de Regantes de esas localidades.

2 ANTECEDENTES

La Central Hidroeléctrica Saymirín fue construida en tres etapas:

- La primera denominada Saymirín I con dos unidades Pelton, tiene una capacidad total de 2,5 MW e inició su operación comercial en el año 1957.
- La segunda Saymirín II, con dos unidades Pelton, tiene una capacidad total de 3,9 MW y entró en operación comercial en el año 1964.
- La tercera, denominada Saymirín III y IV, que dispone de dos unidades Francis, tiene una capacidad total de 8,0 MW y comenzó su operación a finales de 1995.

El tiempo de operación de las unidades de Saymirín I-II y su tecnología antigua han dificultado los procesos de operación y mantenimiento, volviendo complejo la adquisición de repuestos y registrando una disminución en la eficiencia de los grupos turbina-generator, trabajar en estas condiciones significa un mayor consumo del recurso hídrico, aspecto que no es congruente con las políticas de uso eficiente del mismo.

La central Saymirín tenía una capacidad de 14.4 megavatios, para generar dicha potencia total se requerían 7,9 metros cúbicos por segundo de agua, con una caída neta de 212 metros y la longitud de las tres tuberías de presión es de 345 metros cada una, hoy se cuenta con Saymirín Fase V, que está conformado por dos unidades tipo Pelton de 3780 kW cada una, las mismas que reemplazan a las cuatro unidades más antiguas de la central, lográndose un incremento en la potencia de 6400kW a 7560kW, obteniendo una potencia total de la central de 15,56MW ya que las unidades tipo Francis de las fases III y IV continuarán operando.

El aumento del nivel de producción se logra sin tener que incrementar el caudal de agua de ingreso a la central, se utilizan además equipos tecnológicamente muy eficientes que ayudan a preservar y mejorar la calidad del recurso hídrico; se tiene también una automatización casi



total de la planta y se convierte además en el centro de operaciones general de todo el complejo y otras instalaciones pertenecientes a ELECAUSTRO S.A.

3 ALCANCE

Considerando que la operación y mantenimiento de todo tipo de centrales hidroeléctricas constituyen una parte importante en el proceso de producción, una vez que éstas han entrado en su etapa de servicio, es indispensable una planificación técnica de las tareas programadas para lograr un servicio eficiente.

El primer aspecto que se considera es conocer de forma general las instalaciones y equipos que conforman toda la central, tanto conceptos teóricos como descripciones puntuales y observación directa de los mismos, para poder así determinar un conjunto de procesos de operación para la central, se deberá contemplar su operación normal, y una operación en condiciones anormales o de fallo.

Más adelante se aprovechan los detalles técnicos de los elementos que se encuentran en la central, y que son proporcionados por los fabricantes para proponer su uso correcto y adecuada manipulación con el fin de preservar la vida útil de las instalaciones y equipos.

Con toda la información proporcionada, se ha realizado una investigación y recopilación de las características técnicas, detalles de diseño y constructivos, proporcionando así una guía rápida para el conocimiento de las edificaciones y los equipos en ésta se encuentran; se describen también los procesos para la operación de las dos unidades de generación, cuidando todos los aspectos relevantes que en este participan y las principales labores que los operadores de la central deben realizar en cada turno laborable.

Una vez que se tiene un claro conocimiento de las características de toda la central y los conceptos teóricos, se procede a elaborar listados de acciones de mantenimiento predictivo y preventivo debido a que esta planta de generación es completamente nueva, es decir no se cuenta con un historial de eventos producidos, partimos desde su puesta en marcha para considerar los tiempos de funcionamiento y proponer acciones que nos permitan maximizar el servicio de los mismos, evitando gastos por reparaciones tempranas de cualquier equipo o grupo de elementos ya sea por una operación inadecuada o mantenimiento deficiente.

Se aprovecha el Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador (SisMAC) que ELECAUSTRO S.A. utiliza como software para administración y gestión del mantenimiento, para realizar una base de datos inicial de la nueva fase de Saymirín V, la organización de la nueva central está determinada de acuerdo a la distribución de las otras instalaciones ya creadas en el sistema, sin embargo el objetivo principal de esta base es implementar de forma inmediata todo lo propuesto en el presente trabajo.

4 JUSTIFICACIÓN

Saymirín V desde sus etapas de estudio se concibió como una opción de mejora del sector de generación eléctrica de nuestra ciudad, su puesta en marcha permite optimizar el recurso hídrico con el cual se cuenta, presentándose además como un modelo de automatización y uso de elementos nacionales en todas sus etapas de diseño y construcción.

Por tal motivo, es importante conocer su funcionamiento, sus elementos y componentes, y sobre todo tener claro el proceso de operación y mantenimiento de cada equipo que tiene



ésta central, se considera por tanto, a éste un tema indispensablemente importante y delicado, pues la construcción y puesta en marcha de una central hidroeléctrica es un proyecto de gran importancia para el desarrollo energético del país, y de una fuerte inversión económica que en años anteriores no fue considerada por la falta de atención en el sector.

5 METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente trabajo de tesis, se ha realizado una investigación teórica acerca de los conceptos y definiciones que corresponden al tipo de central de generación hidráulica en la que se encuentra considerada Saymirín V.

Se cuenta además con una recopilación de detalles constructivos de edificaciones y equipos para tener una idea general de cómo está constituida toda la central y, el uso y funcionamiento sugerido por fabricantes y constructores.

Para los procesos de operación así como la descripción de los procedimientos de los mismos, se ha considerado el método de investigación cuantitativa en dos de sus tipos descriptiva y evaluativa.

La aplicación del método de investigación cualitativa sugiere un acercamiento a los operadores y personal de mantenimiento que realizan este tipo de labores en las centrales de propiedad de la Empresa ELECAUSTRO S.A., esto ha permitido tener un conocimiento claro sobre sus experiencias al frente de estas labores y así lograr plantear procesos y procedimientos válidos sugeridos en este material.

Es importante mencionar que todo el contenido del presente material, se basa en el método de investigación inductivo-deductivo, sobre cada uno de los elementos que conforman la central, se tiene un sustento de fabricantes y constructores sobre las normas técnicas y otros criterios que deben ser tomados en cuenta por los propietarios, operadores y personal de mantenimiento de la mencionada central.

6 OBJETIVOS

Por el contenido expuesto en los puntos anteriores, se han generado los objetivos generales y específicos de la tesis, los cuales se indican a continuación:

6.1 Objetivo General

Conocer de forma general el funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Saymirín V, proceder a elaborar un Manual de Operación de esta fase y un plan general de Mantenimiento Preventivo de sus principales elementos.

6.2 Objetivos específicos

Conocer la central en sus fases anteriores, familiarizarnos con la ubicación y todas las obras concernientes a esta fase.

Investigar conceptos teóricos que permitan aclarar dudas concernientes al tipo de central hidroeléctrica y tipos de mantenimiento que en este tipo de planta se puede presentar.



Analizar el tipo de mantenimiento de los equipos de la central, con el fin de implementar y mejorar en forma continua.

Describir las secuencias de los procesos operativos de arranque y parada de la central, así como las diferentes acciones que realizan los operadores en sus turnos.

Elaborar una tabla de alarmas y de los diversos indicadores que el operador debe tomar en cuenta cuando la central se encuentre o no generando, para verificar y comparar los datos obtenidos con el sistema SCADA.

Establecer el procedimiento a seguir en caso de presentarse una contingencia, en el momento de operación normal de la central.

Presentar una adecuada planificación, programación y el procedimiento que se deberá llevar a cabo para el mantenimiento de los equipos e instalaciones de la central.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1 CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Una Central Hidroeléctrica es aquella que aprovecha la energía cinética que adquiere un caudal de agua al final de una diferencia de altura, la misma que es transformada por una turbina en energía mecánica y posteriormente se convierte en energía eléctrica mediante un generador.

Este tipo de transformación de energía fue una de las primeras formas usadas para producir electricidad y en la actualidad es la segunda fuente más importante para la producción de la energía eléctrica a nivel mundial.

El costo de construcción de estas centrales es elevado, sin embargo los gastos de operación y mantenimiento son bajos, constituyéndola como una de las alternativas más rentables para la generación de energía eléctrica utilizando un recurso renovable como es el agua, por lo que ésta tiene un bajo impacto ambiental, ya que la materia prima no se contamina y mejora su calidad. En la figura 2.1 se observa el esquema general de una central hidroeléctrica y sus principales componentes.

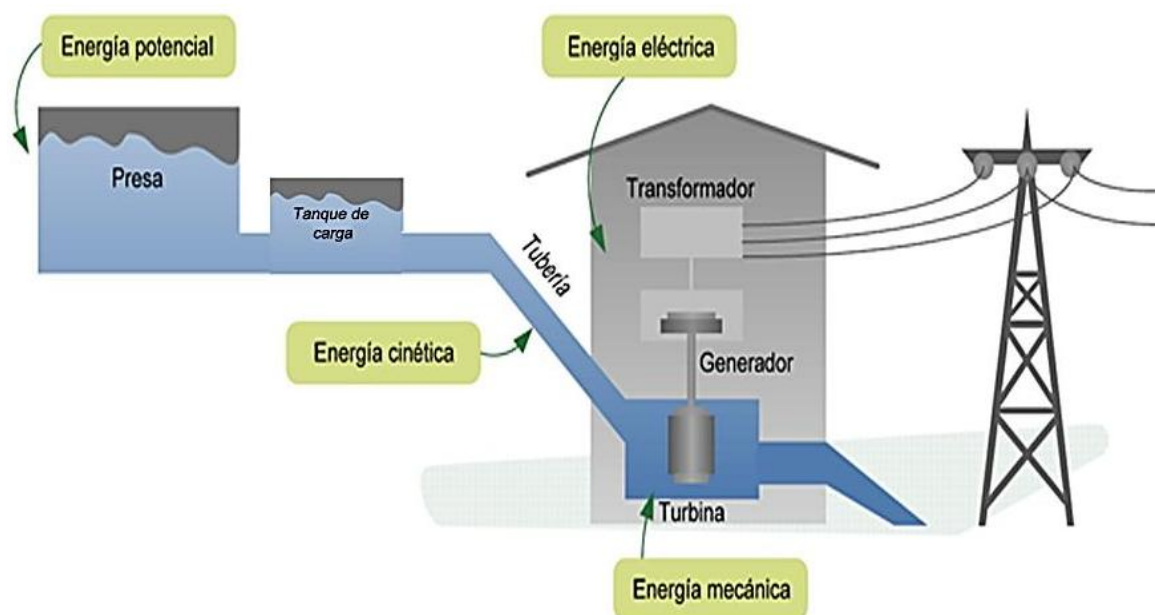


Fig. 2.1: Esquema de una central hidráulica con sus principales componentes



1.1 CLASIFICACIÓN:

Según el tipo de embalse¹ se tienen:

- Centrales de embalse
- Centrales de agua fluyente
- Centrales de bombeo
- Microcentrales
- Centrales en circuitos de agua potable

1.1.1 CENTRALES DE EMBALSE

Estas centrales tienen como característica principal la existencia de un embalse en el que se almacena el agua, éste permite la regulación del caudal durante un periodo determinado de tiempo.

Generalmente, las presas de las que toman el agua tienen otras funciones prioritarias a la generación de energía, tales como: regulación del caudal en el cauce del río para evitar inundaciones, el suministro de agua potable y agua de riego. Al realizar el desembalse para las actividades descritas anteriormente, el agua es conducida a través de unas turbinas produciendo la energía eléctrica, que en la mayoría de los casos queda como una actividad de segundo orden.

Dentro de este tipo constan las centrales de pie de presa y las centrales alejadas las cuales transportan el agua hasta la central por medio de un canal y/o tubería, ubicándose dentro de este último tipo a la Central Hidroeléctrica Saymirín V.

1.1.2 CENTRALES DE AGUA FLUYENTE

Este es el tipo más habitual entre las minicentrales y medias centrales, deben turbinar el agua que circula por el cauce del río o del canal. Si la central deja de generar, el agua no puede ser almacenada, por lo que sigue circulando mediante by-pass y vertederos hacia el caudal natural.

Generalmente, en estas centrales se dispone de un azud (pequeño muro transversal al cauce del río) para elevar el nivel del agua y así captar un determinado caudal. Un caso especial de centrales de agua fluyente lo forman las centrales situadas en canales de riego: estas centrales presentan la característica de que el agua que turbinan se halla supeditada a las necesidades del riego a las que sirve el canal, lo que implica un funcionamiento estacional.

1.1.3 CENTRALES DE BOMBEO

Un tipo específico de centrales de presa lo constituyen las centrales de bombeo o reversibles, estas además de disponer de una o varias turbinas, bombas o grupos de turbinas reversibles, necesitan de dos embalses, uno aguas arriba de la central y otro aguas abajo.

¹ Centrales de Generación de Energía Eléctrica; Profesores: Inmaculada Fernández Diego y Arsenio Ramón Robles Díaz; Licencia: Creative Commons 3.0 BY-NC-SA



Su característica principal permite que en momentos de alta demanda energética entren en funcionamiento, sin embargo, en momentos de bajo consumo o en los que el precio de la energía es muy bajo, bombean el agua del embalse inferior al embalse superior, asegurando de esta forma la posibilidad de volver a turbinar cuando se requiera.

1.1.4 MINICENTRALES (< 1MW)

Generalmente, son instalaciones que deben satisfacer las necesidades de núcleos aislados como granjas o pequeños poblados, en el caso del Ecuador, se encuentran diseminados pequeños proyectos de generación hidroeléctrica que en su momento sirvieron de base para la electrificación de ciudades, pueblos, comunidades.

Debido al cambio de la matriz energética del país se ha planteado la política del aprovechamiento intensivo de las diferentes cuencas hidrográficas a fin de explotar y balancear las dos vertientes que poseen potencial hidroeléctrico. Todo ello, mediante la realización de estudios e investigaciones para llevar a la fase de construcción a proyectos hidroeléctricos de minicentrales que permitirán disminuir sustancialmente los costos operativos del Sistema Nacional Interconectado (SNI) mediante la generación distribuida.

1.1.5 CENTRALES EN CIRCUITOS DE AGUA POTABLE

En ciertos circuitos de agua potable el desnivel existente entre los depósitos de agua y el núcleo urbano o industrial que lo aprovecha es significativo, en estas condiciones es necesario instalar válvulas de disipación energética cuya misión es reducir la presión existente en el circuito, es decir en estas centrales la turbina tiene la misión de extraer toda la energía del agua y debe dejar solo la presión suficiente como para que el agua llegue a los usuarios en las condiciones adecuadas.

1.2 PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V

Los elementos que conforman la central hidroeléctrica se consideran en dos grupos:

- El primer grupo lo constituyen las obras civiles e hidromecánicas como son:
 - Tanque de carga.
 - Pista de tubería, soportes y bloques de anclaje.
 - Tubería presión y chimenea de equilibrio.
 - Casa de máquinas.
 - Plataforma de la subestación.
 - Canal de descarga.
 - Vías de acceso.
- El segundo grupo está compuesto por el equipamiento electromecánico y son:
 - Turbinas hidráulicas
 - Generadores
 - Transformadores y equipos de patio
 - Sistemas eléctricos de media y baja tensión
 - Sistemas auxiliares
 - Sistemas de control



2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CENTRAL DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA.

Con el fin de que todo el conjunto de la central presente un óptimo servicio y su vida útil sea preservada de la mejor manera, es importante realizar una adecuada operación y mantenimiento de los equipos, por tanto es necesario familiarizarse con los siguientes conceptos.

2.1 ¿QUÉ ES LA OPERACIÓN?

Es llevar a cabo la ejecución de varias acciones relacionadas con el control de la central, además involucra la toma de decisiones sobre el proceso de funcionamiento y generación de la energía, todo esto se realiza en tiempo real afectando todo el sistema de potencia de una central.

El proceso operativo del sistema de generación eléctrica considera tres subprocesos claramente definidos e interrelacionados entre sí como son la planificación, la ejecución y la evaluación de las acciones realizadas en un periodo de tiempo, atendiendo a las exigencias de los entes reguladores, observando además las mejores condiciones de seguridad, calidad y economía.

2.1.1 ESTADOS DE OPERACIÓN:

El comportamiento operativo de una central presenta dos extremos posibles de funcionamiento, uno es el estado normal, y el otro es el estado de falla, donde las condiciones del sistema no se cumplen; entre el paso de la operación normal a la falla, se tiene una serie de condiciones en la operación del sistema eléctrico.

Las restricciones que se deben cumplir en cada estado o fase de operación están referidas al balance del consumo y la generación, las condiciones de igualdad para las diversas variables que se manejan en la central contemplan los valores de frecuencia del sistema y la tensión permitidos en dentro de un rango definido.

La condición de desigualdad se refiere a que los valores de las variables: temperatura y presión de los equipos, no deben llegar a los máximos permitidos; mientras que las condiciones de seguridad están orientadas a que todos los equipos se encuentren en funcionamiento continuo sin ninguna alerta activada.

Los estados de operación de una central son cinco los cuales se indican a continuación:

2.1.1.1 Estado Normal

En éste estado se cumple con las condiciones de igualdad, desigualdad y seguridad, demuestran la operación en la que los equipos no están siendo sobrecargados, en este es posible tener los mandos de operación local y remoto.

2.1.1.2 Estado de Alerta

En éste todavía se mantienen las condiciones de igualdad y desigualdad, pero la seguridad se pierde, es decir que cualquier perturbación podría provocar el paso al siguiente estado.

En éste todavía es posible mantener un mando de operación local y remoto pero con el riesgo antes mencionado.

2.1.1.3 Estado de Emergencia

En éste solamente se cumple con la condición de igualdad, donde ya no es posible tener una operación remota.

2.1.1.4 Estado Extremo o de Falla

Se presenta cuando las tres condiciones principales no se cumplen, es necesario realizar una operación manual, con el fin de que el operador logre restituir las condiciones ideales de funcionamiento de la central.

2.1.1.5 Estado De Recuperación

El sistema entra en estado de recuperación cuando no todas las condiciones de igualdad son satisfechas, pero la mayor parte de las desigualdades sí, es decir resulta ser la culminación de una perturbación severa dentro del sistema cuando ésta ha sido controlada y previo regreso al estado normal o de alerta.

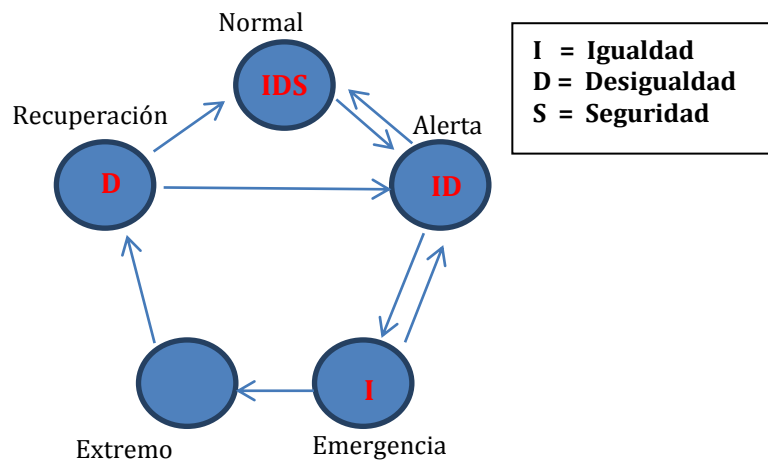


Fig. 2.2: Estados de Operación

2.1.2 MANDOS DE OPERACIÓN:

En la Central Saymirín V, se consideran dos opciones de mando:



2.1.2.1 Mando Local

Permite operar las dos unidades de generación y todos sus subsistemas desde el Centro Local de Control de ELECAUSTRO (CLCE) ubicado en la sala de operación mediante el uso del Interface Humano-Máquina (HMI).

2.1.2.2 Mando Remoto

Permite controlar y operar la central desde cualquier CRCE (Centro Remoto de Control de ELECAUSTRO), por parte del personal autorizado que disponga además de un punto de acceso al sistema SCADA de la empresa.

La transferencia del Mando, de Local a Remoto o viceversa, se realiza desde las estaciones de Ingeniería.

2.1.3 MODOS DE OPERACIÓN:

En Saymirín V se cuenta con tres modos de operación, sin embargo en cualquiera de ellos las seguridades del sistema de control tanto en software (SCADA) como en hardware (disparos de las protecciones de la central), proporcionadas por los diferentes sensores y controladores para las señales eléctricas, mecánicas, hidráulicas, estarán siempre activas; a continuación se describe cada uno de ellos.

2.1.3.1 Local Manual

Éste modo permite al operador mediante el uso del HMI iniciar el proceso de generación “paso a paso”, siguiendo la secuencia de operación de toda la central.

En éste la decisión de la generación en la central es asumida por el operador, quien tiene como principales parámetros de control el nivel de agua del tanque de presión, el nivel de los reservorios y el caudal de ingreso a la unidad de generación.

En cada Unidad Hidráulica de Fuerza (HPU) se dispone de equipos que permiten una operación denominada “a pie de equipo”, esta opción básicamente se circunscribe a actividades de mantenimiento o de emergencia.

Los Niveles Operativos para “arrancar” la central en el Modo Manual son:

- **Nivel 1:** desde las GOT (Graphic Operator Terminal o Pantalla Táctil de Operación) de los tableros de Control y Automatización de la Central, o a pie de equipo, es una opción operativa de ciertos componentes de la central.
- **Nivel 2:** desde el CLCE (Centro Local de Control de ELECAUSTRO).
- **Nivel 3:** desde el CRCE (Centro Remoto de Control de ELECAUSTRO)

2.1.3.2 Local Automático

Considera el proceso integral de generación de la central, éste modo se selecciona desde la estación de ingeniería en las pantallas del sistema SCADA, una vez que son verificadas todas las condiciones establecidas para el sistema, el HMI presenta una señal que permite pulsar un botón de “INICIO” para que se desencadene todo el proceso de arranque.

2.1.3.3 TEST (PRUEBA)

Esta opción permite realizar pruebas o mantenimiento en una unidad fuera de servicio, la opción TEST deshabilita los modos manual y automático de la unidad. El sistema de control en esta modalidad, permite operar un solo elemento a la vez; por ejemplo, abrir o cerrar una válvula, un interruptor, compuertas, aplicar frenos, mover los inyectores, deflectores, etc.

2.2 CICLO DE VIDA DE UNA MAQUINA

El ciclo de vida para cada máquina se determina por las condiciones de funcionamiento, su construcción, calidad del mantenimiento e instrucciones del fabricante.

En función de la situación en que el equipo se encuentre con el pasar del tiempo presentara uno de los tres estándares de falla, como se muestra en la Fig. 2.3; y es conocida como “Curva del Ciclo de Vida”.

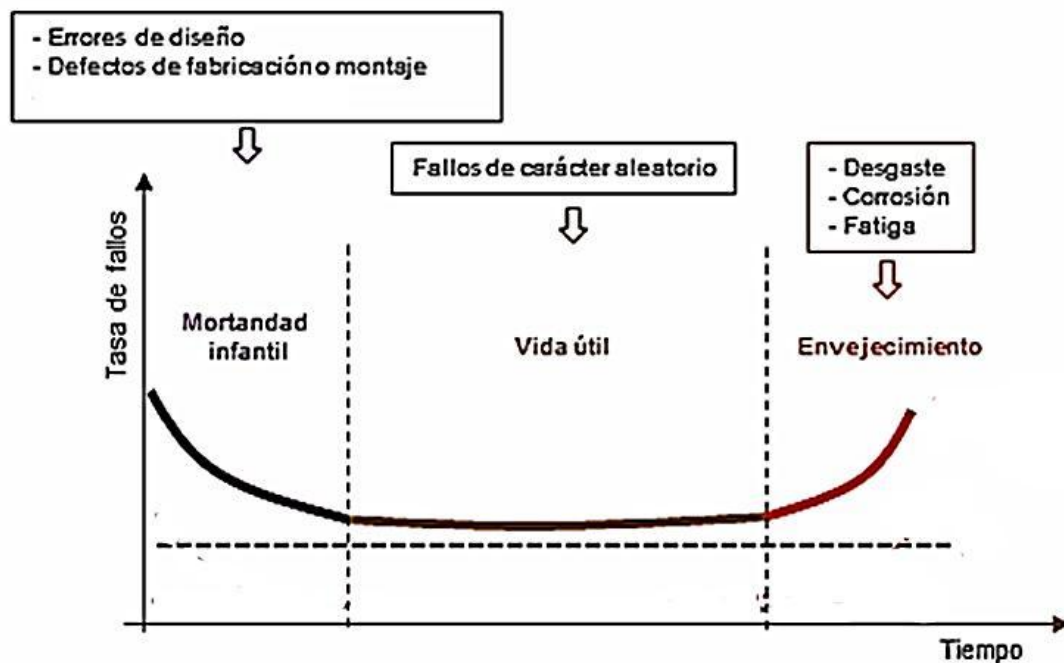


Fig. 2.3: Curva de la bañera o Curva del ciclo de vida²

2.2.1 Mortandad infantil:

En poco tiempo se puede presentar una alta tasa de fallos debido a errores en el diseño, defectos de fabricación; obteniendo así una baja confiabilidad en la máquina, sin embargo en la mayoría de los casos la tasa de fallos es decreciente conforme pasa el tiempo, debido a que se corrigen los errores cometidos según sea el caso.

2.2.2 Vida útil (Periodo de Operación Normal):

² <http://www.tuveras.com/mantenimiento/fallos.htm>



En este periodo la tasa de fallos baja sustancialmente con respecto a la mortandad infantil y se vuelve constante, aquí se producen averías al azar o de forma aleatoria, y se producen hasta un tiempo proyectado por parte del proveedor.

2.2.3 Desgaste por envejecimiento:

Conforme pasa el tiempo se presenta una disminución de la confiabilidad y un crecimiento de la tasa de fallos, esto es debido a desgastes mecánicos, procesos físicos y químicos irreversibles en los componentes del equipo según cada caso.

2.3 ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?

Dadas las necesidades y exigencias actuales, un mantenimiento adecuado consiste en realizar un trabajo eficiente cuya finalidad no es reparar un equipo averiado, sino prevenir fallas, paradas innecesarias de los equipos e instalaciones y reducir los riesgos laborales, involucrando todas las actividades que se ejecutan en la central de forma planificada y ordenada.

La planificación deberá considerar los siguientes principios:

- Trabajo en equipo compartiendo responsabilidades, conocimientos y habilidades.
- Compromiso con la seguridad y medio ambiente.

2.3.1 ¿CUÁL ES EL OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO?

Asegurar la disponibilidad planificada de los equipos con la menor utilización de recursos técnicos y económicos dentro de las recomendaciones de garantía, para lograr la continuidad de la generación y la confiabilidad del servicio.

El personal encargado de realizar las tareas de mantenimiento debe estar perfectamente capacitado y entrenado para realizar de forma correcta lo planificado, debiendo tener a mano la información del equipo, herramienta e insumos necesarios.

Desde el punto de vista gerencial, la gestión de mantenimiento no se debe considerar como un costo, sino como una inversión debido a que está relacionado directamente a la producción, disponibilidad, calidad y eficiencia de la generación.

2.3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Debido a que la Central Hidroeléctrica Saymirín V entra en operación con toda su infraestructura y equipamiento completamente nuevo, es necesario conocer los tipos de mantenimiento que existen y la planificación que se puede aplicar en la central.

2.3.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es aquel mantenimiento que se ocupa de la reparación de uno o varios equipos una vez se ha producido una falla ocasionando el paro de la unidad.

Es decir la máquina se va reparando a medida que se producen los fallos y los tiempos para volver a poner en servicio los equipos pueden ser muy largos debido a las acciones

emergentes que se deben tomar, los repuestos adecuados en caso de ser necesario y realizar todas la pruebas como si se fuera a empezar de cero cada vez que ocurra un problema.

Ventajas:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar y prever ninguna actividad.
- Sólo se producen gastos cuando se tiene claro las acciones a realizar.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.

Desventajas:

- Las paradas y daños de los equipos afectan la planificación y producción.
- Se puede producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención.
- Supone asumir riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes.

2.3.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se define como la programación de actividades de inspección en los equipos en funcionamiento, limpieza y calibración de los mismos que deben llevarse a cabo en forma adecuada. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

Su característica principal es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno, obteniendo experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

Ventajas:

- Disminuir la frecuencia de las paradas (realizar varias acciones de supervisión, muestreo, lubricación de diversos elementos y equipos al mismo tiempo).
- Preparar las herramientas y elementos de cambio necesarios.
- Conserva la vida útil de la maquinaria.

Desventajas:

- Representa una inversión inicial en equipos y mano de obra.
- Sin un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejorar sustancialmente la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal.

2.3.2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es una técnica utilizada para pronosticar una falla en un componente de una máquina, de tal forma que se lo pueda reemplazar planificadamente según las recomendaciones de vida útil proporcionadas por el fabricante.



De esta manera se logra que el tiempo muerto del equipo se minimice y la vida útil del componente se maximice, para lograr esto es necesario utilizar herramientas y técnicas de monitoreo de diversos parámetros físicos³.

Casi todos los fallos funcionales dan algún aviso de que están ocurriendo o por ocurrir, esto nos permite evitar la falla, si encontramos la forma de determinar si esas condiciones están presentes, se efectúa la reparación.

Ventajas:

- Se evitan prácticamente todas las paradas no planificadas por avería.
- Se incrementan los intervalos productivos entre paradas para mantenimiento preventivo y se minimizan los tiempos de reparación.
- Se amplía la duración de servicio de los componentes.
- Se reducen los stocks de repuestos, ya que el aprovisionamiento de éstos puede programarse.
- En definitiva, se aumenta la fiabilidad y disponibilidad de la planta.

Desventajas:

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una alta inversión inicial, los equipos tienen un costo elevado.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

Para el caso de la Central Hidroeléctrica Saymirín V, una vez revisados los conceptos de los tipos de mantenimiento existentes y considerando que todo su equipamiento e infraestructura son nuevos, es adecuado implementar un plan de mantenimiento predictivo y preventivo, debido a que la aplicación de este tipo de acciones se nos permite realizar pruebas, revisiones, verificaciones, lubricaciones y limpieza general de los equipos, de tal manera que se logre cumplir con los objetivos principales como son: incremento la vida útil de los mismos y la reducción de costos por acciones correctivas innecesarias.

Esto nos permite crear y llevar un registro de la operación regular de toda la central en forma individual y conjunta de todo el equipamiento, realizar las acciones de mantenimiento predictivo sugeridas por los fabricantes permitirá alcanzar los niveles óptimos de funcionamiento de los mismos.

Todas estas acciones están orientadas principalmente a tratar en lo posible de evitar cualquier tipo de mantenimiento correctivo, esto por los gastos que incurre, además de los tiempos que implican y por supuesto la pérdida de generación de la central, consiguiendo así que la fiabilidad y disponibilidad de toda la central aumente.

³ ELOLA, Luis Navarro, PASTOR, Ana, MUGABURU Jaime, Gestión Integral de Mantenimiento, 1ra edición, 1997

CAPÍTULO III

OBRAS CIVILES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V

La obra civil de la Central Hidroeléctrica Saymirín V comprende toda la infraestructura e instalaciones necesarias para conducir y restituir el agua turbinada hacia el río Machángara, así como el edificio de control y la casa de máquinas construidos para albergar los equipos electromecánicos, el sistema eléctrico general y de control.

La Fase V requirió la construcción de las siguientes obras civiles: ampliación del tanque de carga, pista, tubería de presión, casa de máquinas y edificio de control, ampliación de la subestación, canal de descarga, casa de guardianía ubicada en Dutasay, pista de hormigón para la tubería de presión, tanque separador de aceite y estabilidad del talud contiguo a la subestación.

En ELECAUSTRO S.A. se tiene la Dirección de Obras Civiles y Medio Ambiente (DICMA) cuya labor es realizar la supervisión y mantenimiento de toda la infraestructura civil e hidráulica correspondiente a la central, ellos se encargarán de llevar a cabo las tareas de limpieza, pintura, señalización y demás acciones que estas obras necesiten.

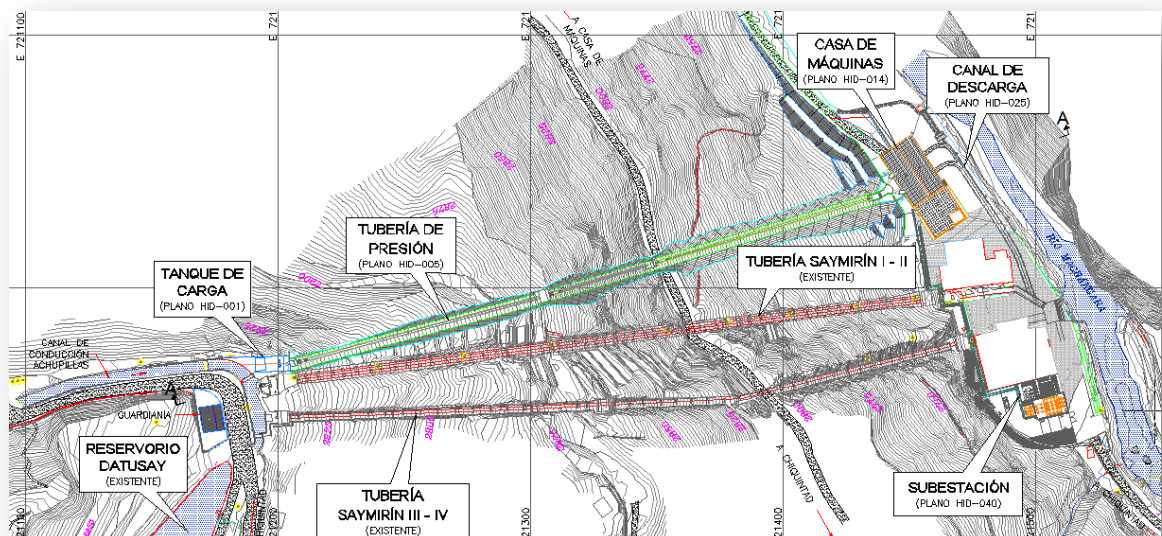


Fig. 3.1: Plano de ubicación de la Central Saymirín V

1 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CONDUCCIÓN

1.1 TANQUE DE CARGA

El tanque de carga está ubicado en el costado norte del antiguo tanque de carga existente en Dutasay. El tanque está conformado por muros y losas de hormigón armado, con una capacidad de almacenamiento de 530 m³ de agua.

En la entrada se dispone de una rejilla metálica que sirve para retener la basura arrastrada por el canal de Achupillas e impedir su ingreso a la tubería de presión. En el costado oriental del tanque encontramos la boca de entrada de la tubería de presión, ahí se ubica la compuerta de guardia accionada por un actuador eléctrico.

Aguas abajo de la compuerta se tiene un ducto de ventilación o chimenea de equilibrio hecha de acero, el mismo que sirve para permitir el ingreso de aire a la tubería de presión cuando se ordene su vaciado y llenado. Las características y dimensiones se encuentran detalladas en el Anexo A-A1.



Fig. 3.2: Tanque De Carga

1.2 TUBERÍA DE PRESIÓN

Tiene una longitud de 329,44 m y un diámetro interno de 1,10 m. Está construida en acero, ASTM A516 grado 70, con un espesor de 12.7mm. Arranca en el muro oriental del tanque de carga, en la elevación 2933,30 msnm, y termina en la elevación 2724,00 msnm, en el empate a la bifurcación que reparte los caudales a las dos unidades de generación.

La tubería está instalada sobre una pista de hormigón con apoyos del mismo material, espaciados cada 5 m. Se dispone de tres bloques de anclaje de hormigón armado, los mismos que absorben las fuerzas de empuje originadas por los cambios de dirección y todas las cargas como son el peso propio de la tubería, el peso del agua, golpes de ariete y, por la presencia de fuerzas sísmicas.

Luego de cada bloque encontramos tres juntas de expansión, éstas tienen como función principal evitar el desalineamiento de la tubería cuando está sometida a temperaturas y presiones elevadas, además se disponen de tres escotillas de revisión o también conocidas como Manhole.

En la llegada de la tubería de presión encontramos el bifurcador, el cual dispone de una boca de entrada de 1,10 m de diámetro y dos bocas de salida de 0,75 m de diámetro, el mismo que está hecho del mismo material que la tubería.

A lo largo de la pista se dispone de una grada para realizar las labores de inspección y mantenimiento de la obra.

(Las especificaciones técnicas generales de la tubería se describen en el Anexo A-A2)



Fig. 3.3: Tubería de presión.

1.3 CANAL DE DESCARGA

Los ductos de descarga de las unidades, están contruidos con hormigón armado, tienen una sección transversal rectangular de 1,40 m de ancho por 2,68 m de altura, posteriormente se unen formando un solo ducto de 2,60 m de ancho por 2,08 m de altura, que desemboca en el río Machángara. Las especificaciones se detallan en el Anexo A-A4.



Fig. 3.4: Canal de Descarga

1.4 Mantenimiento

Las características constructivas y las acciones de mantenimiento consideradas para este sistema se encuentran detalladas en el anexo A2.

2 SISTEMA CENTRAL

2.1 CASA DE MÁQUINAS Y EDIFICIO DE CONTROL

El Edificio de control y la Sala de Máquinas están implantados en una plataforma, la cual tiene una elevación de 2722,75 metros sobre el nivel del mar (msnm), estos han sido diseñados para alojar todo el equipamiento de la central.

En la sala de máquinas se encuentran las ménsulas, en las cuales están colocadas las rieles por las que se desplazara el puente grúa para la movilización de equipos según sea el caso.

El edificio de control se ubica junto a la sala de máquinas, entre estas dos estructuras se encuentra una **JUNTA CONSTRUCTIVA** cuyo objetivo principal es de evitar que las vibraciones que se pudieran producir por las unidades de generación afecten la parte estructural del edificio de control, otra función es evitar golpes entre las edificaciones cuando se produce un sismo (continuidad estructural).

En la planta baja del edificio de control se alojan todos los tableros de media y baja tensión, el cuarto de baterías, los cargadores de corriente continua y la bodega de repuestos. En la primera planta alta se ubican la sala de operación y control, el cuarto de servidores, además de dos oficinas para uso del personal de mantenimiento.

En la segunda planta alta, encontramos una oficina, una sala de uso múltiple con capacidad para 30 personas y un comedor para uso de todo el personal que labora en la central.

En cada una de las tres plantas se encuentran los servicios sanitarios para uso de visitantes, personal de operación y mantenimiento.

(Las especificaciones se las encuentran en el Anexo A3.)



Fig. 3.5: Edificio de Control

2.2 MALECÓN Y VÍAS DE ACCESO

En los exteriores de la casa de máquinas y edificio de control las vías de acceso y malecón fueron restauradas, se hicieron ampliaciones con el fin de lograr una maniobrabilidad de la maquinaria que transportaba el equipamiento electromecánico, además se realizó un enrocado en la orilla del río, se colocó sub-base y adocreto.

En esta parte se tiene una iluminación led la cual fue seleccionada por su mayor durabilidad y eficiencia en el consumo de energía en comparación a otras luminarias, se cuenta con cámaras de seguridad para vigilancia alrededor del edificio y en la parte interna del mismo.



Fig. 3.6: Malecón y vías de acceso



2.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN

Los ventiladores que encontramos en la central de Saymirín en la casa de máquinas, son de marca Greenheck estos tienen un rendimiento de hasta 45000 pies cúbicos por minuto para la ventilación de los equipos los equipos.

La ventilación presenta del cuarto de servidores tiene un sistema de climatizadores cuya la función de la de mantener en una temperatura estable la habitación para que los servidores no se sobre calienten y funcionen adecuadamente.

El cuarto de operadores presenta un sistema de climatizadores de marca CARRIER, de modelo 38HDF para la calefacción y 40 KMC para la ventilación, los cuales mantienen la temperatura establecida en el cuarto, calentando la habitación cuando esta se encuentra por debajo del nivel establecido y enfriándola si la temperatura se encuentra por encima del nivel deseado.

2.4 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

(Las características técnicas del sistema contra incendios y sus elementos se encuentran en el Anexo A3)

Los sistemas de protección contra incendios constituyen un conjunto de equipamientos diversos integrados en la estructura de todo tipo de edificación con el propósito de protegerla contra la acción del fuego.

Para un óptimo funcionamiento se cuenta con un sistema de detección de incendios automático, compuesto por una serie de detectores instalados en los lugares apropiados, y conectados a una centralita de vigilancia, la cual conectará con el centro de control remoto, comunicando cualquier situación de incendio detectada.

Como medio de extinción se dispondrá de extintores normalizados, fácilmente accesibles y distribuidos por el recinto de la central, en las proximidades de los sistemas con mayor peligro de incendio, como son los generadores, transformadores, paneles de servicios auxiliares, etc.



Fig. 3.7: Tubería y válvula del sistema contra incendios.

2.5 SISTEMA DE ILUMINACION GENERAL DE TODA LA CENTRAL

ILUMINACIÓN GENERAL

La iluminación que tiene la central de Saymirín está presente en la siguiente tabla resumen:

ILUMINACIÓN							
Sector	Cantidad	Tipo	Tensión [VAC]	Potencia [w]	Frecuencia [Hz]	Flujo luminoso [lm]	Nivel de iluminación [Lux]
Exterior	19	LED	120	162	60	12825	30
Área de potencia	10	Fluorescente	120	65	60	5800	300
Bodega - Taller	7	Fluorescente	120	65	60	5800	200
Pasillos 2,3	7	LED	120	20	60	2500	150
oficinas 1,2,3	12	LED	120	20	60	2500	350
Cuarto de servidores	8	LED	120	20	60	2500	500
Cuarto de control	15	LED	120	20	60	2500	500
Cocina - Comedor	6	LED	120	20	60	2500	300
Auditorio	17	LED	120	30	60	2700	500
Casa de maquinas	14	LED	120	162	60	12825	200

Tabla 3.1: Tabla de iluminación de la central Saymirín V

2.6 MANTENIMIENTO

Las características constructivas y las acciones de mantenimiento consideradas para el sistema central se encuentran detalladas en el anexo A4.

3 ÁREA DE POTENCIA

3.1 SUBESTACIÓN

La subestación de Saymirín V se ubica en la ampliación de la plataforma de la antigua subestación existente de Saymirín III - IV, ahí encontramos el transformador principal 6,3/69 kV, los interruptores y seccionadores de 69 kV, los tableros de agrupamiento de los TC's y TP's, y otros equipos auxiliares. Los detalles se encuentran en el Anexo A-A5

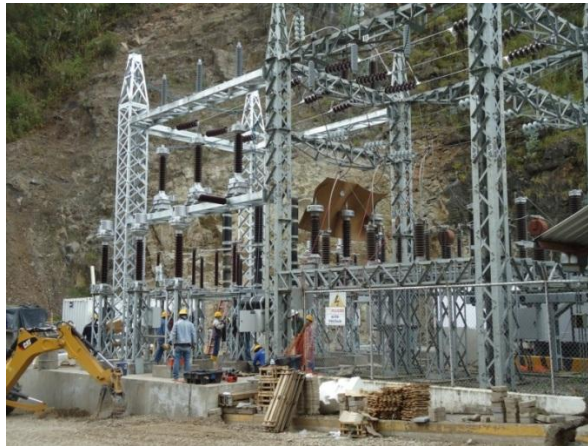


Fig. 3.8: Subestación

3.2 TANQUE SEPARADOR DE ACEITE

A un costado de la Subestación, se encuentra el tanque separador de aceite, está conectado mediante una tubería subterránea con el cubeto donde se encuentran emplazados los dos transformadores, tanto de la fase III – IV como de la Fase V, el objetivo del mismo es receptor y contener el aceite en caso de producirse un derrame ya sea por un incendio u otro siniestro que pudieran sufrir los transformadores.

Tiene una longitud de 6,55m por 3,3m de ancho y 3,15m de profundidad, consta de varias divisiones que permiten la separación del aceite con el agua y así poder almacenarlo para luego ser trasladado de forma segura.



Fig. 3.9: Tanque separador de aceite



3.3 MANTENIMIENTO

Las características constructivas y las acciones de mantenimiento consideradas para el área de potencia se encuentran detalladas en el Anexo A6.

CAPITULO IV

EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE LA CENTRAL

SAYMIRÍN V

En la casa de máquinas, edificio de control y subestación de Saymirín V, se encuentran todos los equipos que permiten la operación de la central y la vinculación de las unidades generadoras al sistema nacional interconectado (SNI), éste lo conforman todos los sistemas eléctricos de baja, media, alta tensión y los servicios auxiliares.

A continuación se encuentran descritos los equipos principales que conforman toda la central.

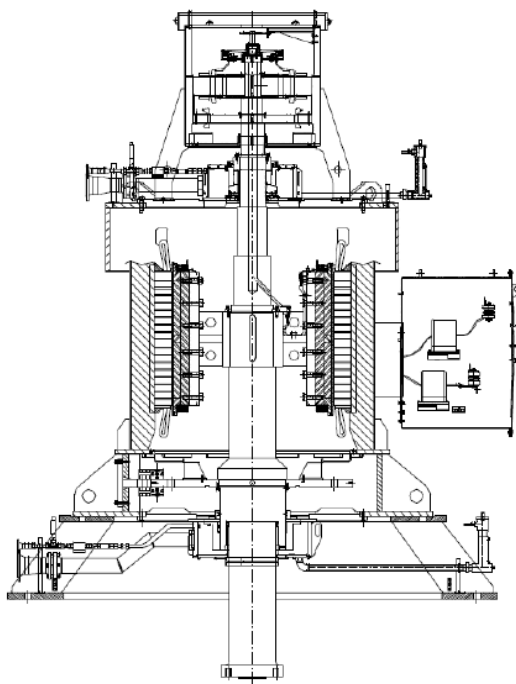
1 GRUPO TURBOGENERADOR

(Las características de los elementos del generador se encuentran en el Anexo B1)

1.1 GENERADOR

Los dos generadores de Saymirín V son sincrónicos trifásicos, abiertos y autoventilados, éstos se acoplan mecánicamente al eje de la turbina mediante diez pernos mecanizados, el giro de la turbina permite girar al rotor induciendo así el campo magnético que atraviesa el bobinado del estator produciéndose la energía eléctrica.

La potencia de cada generador es de 4200 kVA; y la tensión nominal es de 6300 V; la disposición de cada máquina es de eje vertical y están conformadas por doce polos, con una corriente nominal de 384,9 A, sus principales características se detallan a continuación:



GENERADOR TRIFÁSICO		
Número de unidades:	2	
Modelo:	SPA	
Norma:	IEC 60034	
Tamaño de la carcasa:	900	
Potencia:	4200	[kVA]
Polos / velocidad	12 / 600	[Polos / rpm]
Voltaje:	6,3	[Kv]
Frecuencia:	60	[Hz]
Factor de potencia:	0,9	
Masa aproximada:	32000	[kg]
Altitud:	2723	[msnm]
Temperatura ambiente:	40 °C	
Sistema de excitación:	Brushless PMG	
Cregulador de voltaje:	DECS 200 – Basler	(incluido)
Inercia del rotor ($j=gd^2/4$)	2372	[kgm ²]
Inercia del volante ($j=gd^2/4$)	365	[kgm ²]
Sobrecarga	1,1 x In por 1h cada 6h	
Sobrecarga momentánea	1,5 x In por 30s	
Corriente de cortocircuito (eficaz)	1999,5	[A]
Corriente de cortocircuito (pico)	5089,9	[A]
Distorsión armónica (fase-fase)	5 %	
Sobre velocidad:	1,81 x Vn	[rpm]
Embalamiento:	1,81 x Vn durante 600s	[rpm]
Nivel de ruido:	82 dB (A) (+ 3 dB (A))	

Tabla 4.1: Características del generador de la central Saymirín V

A continuación se encuentran detallados otros elementos que permiten un óptimo funcionamiento de las unidades de generación; las descripciones técnicas de sus elementos constitutivos las encontramos en el Anexo B1.

1.1.1 REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE (AVR)

El control automático de excitación de los generadores síncronos es un medio importante para conseguir la calidad necesaria de la energía eléctrica, estabilidad y confiabilidad del servicio eléctrico, en Saymirín V, el generador auxiliar que provee de corriente eléctrica al campo tiene una excitación Tipo BRUSHLESS PMG⁴.

Entre sus funciones principales están las de controlar y enviar la corriente de excitación del generador, con el fin de mantener constante la tensión de salida del mismo entre determinados rangos de frecuencia y de carga ya preestablecidos.

Este dispositivo permite la mejora de la estabilidad del sistema, las funciones de protección que incluye el sistema de excitación aseguran mantener los límites de la capacidad, de la sincronización del generador y otros equipos, para que estos trabajen dentro de los parámetros para los que fueron diseñados.

FABRICANTE:	BASLER
MODELO:	DECS200
POTENCIA DE MANDO:	Estilo XL: de 16 a 60 Vcc Estilo XC: de 85 a 132 Vca, 60 Hz de 90 a 150 Vcc
CARGA:	50 VA (entrada ca) 30 W (entrada cc)
DETECCIÓN DE TENSIÓN DEL GENERADOR	
Tipo:	monofásica/trifásica, 4 gamas
Carga:	<1 VA por fase.
Detección 60 Hertz	
Gama 1:	120 Vca (de 94 a 153 Vca)
Gama 2:	240 Vca (de 187 a 305 Vca)
Gama 3:	400 Vca (de 374 a 600 Vca)
Gama 4:	600 Vca (de 510 a 660 Vca)
DETECCIÓN DE CORRIENTE DEL GENERADOR	
Tipo:	Dos gamas, dos canales
Frecuencia:	60 Hz
Gama:	1 A ó 5 A nominales continuos
Carga:	<1 VA por fase.
DETECCIÓN DE TENSIÓN DEL BUS	
Tipo:	monofásica, 4 gamas
Carga:	<1 VA

Tabla 4.2: Características de AVR

1.1.2 UNIDAD HIDRÁULICA DE PRESIÓN (Lub + Jacking Oil System)

⁴**BRUSHLESS PMG:** Sistema de excitación sin escobillas PMG (Generador de Imanes Permanentes).

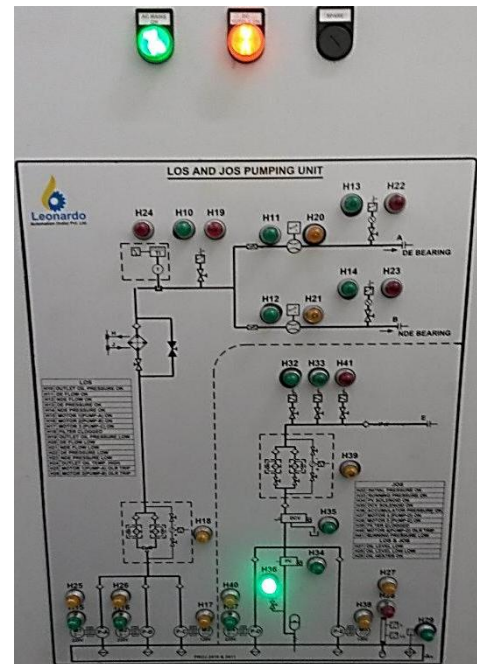
Cada Unidad de Generación esta provista de un sistema propio de lubricación, este elemento consta del LOS (Lub Oil System: Sistema de lubricación de aceite) y JOS (Jacking Oil System: Sistema de aceite de empuje), cuyas características se detallan a continuación:

1.1.2.1.1 LOS

Este sistema permite un suministro continuo de aceite de lubricación de los cojinetes del generador, consta de dos bombas, una como principal, la otra en caso de emergencia y son impulsadas por motores eléctricos de corriente alterna y tienen unas válvulas de retención que impiden el flujo de aceite de una bomba a otra. Se cuenta además con un sistema de enfriamiento, y se necesita que el agua este a 15 ° C y con una presión de 2bar.

1.1.2.1.2 JOS

Éste sistema está diseñado para que el aceite fluya libremente y empuje el eje antes de la puesta en marcha, consta de dos bombas, una como principal y otra de emergencia, son accionadas por motores uno en AC y otro en DC, y también cuentan con válvulas de retención que impiden el flujo de aceite de una bomba a otra.



1.1.3 PANEL DE CONTROL DE UNIDADES

El panel de control de las unidades de generación que se encuentran en la central de Saymirín V está conformada por los siguientes PLC's: Premium, MODICOM 340, además consta con módulos de alimentación para los PLC's, interfaz hombre máquina (HMI) y módulos de entradas y salidas

1.1.3.1 PLC PREMIUM

De marca Schneider Electric, modelo Premium TSX P57 3634M y de procedencia francesa, este permite armar configuraciones por medio de racks los cuales pueden ser extensibles; en estos racks se coloca la fuente de poder el procesador y los módulos de entrada y salida los cuales pueden ser digitales o análogos.

La comunicación que tiene el PLC Premium es en su terminal un enlace RS 485, además de presentar un módulo de comunicación tipo Ethernet TCP/IP.

1.1.3.2 MODICOM 340

Este PLC es de marca Schneider Electric, Modicom 340, el módulo dispone de una gran integración y alto procesamiento, presenta amplias funciones y modularidad adecuada para aplicaciones de telemetría; se pueden conectar entradas y salidas (E/S) discretas, analógicas, presenta un aislamiento de entrada de la fuente de alimentación.



El módulo de procesador instalado en la central es el BMX P34 2020 el cual tienen lo siguiente en el panel frontal presenta módulos de entrada de 32/64 canales, estos son alta densidad y su conexión es a través de conectores de 40 vías.

1.1.3.3 MÓDULO DE ALIMENTACIÓN DE PLC'S

De marca Schneider Electric, modelo TXPSY5520 de procedencia francesa; cumple con la función de suministrar energía al panel posterior del sistema y proteger el sistema de ruido y oscilaciones de tensión; en caso de interrupción de energía el módulo proporciona la energía necesaria para apagar el sistema de forma segura.

Este módulo posee un relé de alarma para señalar cuando no hay tensión o cuando la tensión de salida no es correcta, además de este relé el módulo posee una pila de seguridad para alimentar la memoria RAM interna del procesador y un pulsador reset. El módulo de alimentación suministra una tensión de 24VDC a los sensores de entradas.

1.1.3.4 INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI)

Este elemento es de marca Schneider Electric, modelo XBTGT5330 de procedencia francesa, esta será sensible al tacto, con monitor industrial de 7.5" de cristal líquido tipo TFT a color la cual mostrara y desplegara la información deseada, además de proporcionar las funciones requeridas de programación, supervisión, alarma y control.

El equipo permite la completa visualización del proceso de control y variables, permite hacer ajustes de parámetros de operación, selección de modos de control y pruebas de mantenimiento.

1.1.3.5 MÓDULO ADVANTYS

Advantys STB⁵ es un sistema de adquisición de datos, consta de entradas y salidas abierto (E/S), es modular y distribuido, los módulos de distribución de alimentación (PDM) y el módulo de interface de red (NIM) se engloban dentro de una estructura denominada isla, la misma que funciona como un nodo en una red de control de bus de campo y se gestiona por medio de un controlador maestro de bus de campo up-stream.

1.1.4 PANEL DE PROTECCIONES

En la Central Hidroeléctrica Saymirín V, se cuenta con un sistema de protecciones y su respectiva coordinación para las dos unidades de generación, todos los servicios auxiliares, el transformador de potencia, la barra de la subestación de 69 kV y la línea de transmisión.

El sistema de protecciones presenta el siguiente proceso:

- Detectar corrientes y/o tensiones anormales, es decir fuera del rango permisible. (MEDICIÓN)
- Analizar si estos valores son o no perjudiciales al sistema. (LÓGICA)

⁵ Fuente: <http://www2.schneider-electric.com>

- En caso de tener valores perjudiciales, se debe desconectar la parte afectada en el menor tiempo posible. (ACTUACIÓN)

En los paneles de protección de la central encontramos el relé MICOM P343 para la protección de las unidades de generación, para la protección de los servicios auxiliares está el relé MULTILIN 350,

Para la protección del transformador principal tenemos el relé MICOM P643 especializado en protección de transformadores de dos y tres devanados que presentan la protección diferencial como función principal acompañada de otras funciones de protección y supervisión, a continuación se detallan las funciones con las que cuenta este relé.

La barra de 69kV (flexible), se ubica en la subestación de la central Saymirín, tiene una configuración de barra simple con tres posiciones, dos de transformación y una de línea, la primera correspondiente al transformador de las fases III y IV de la central, en la segunda se conecta el transformador de potencia de la Fase V, y, la tercera para la línea de 69kV que conecta la subestación de la central a la S/E 19 (Corpanche) de la CENTROSUR.

Para la protección de la barra se encuentra instalado el relé MICOM P746, este es un relé diferencial diseñado para proteger un rango amplio de barras en niveles de tensión. Ofrece protección diferencial de barra, de falla de interruptor y sobrecorriente.

La Subestación de Saymirín se conecta con la Subestación 7 perteneciente a la CENTROSUR, ésta línea está compuesta por dos tramos: 1er Tramo: Saymirín – Corpanche (S/E 19). Longitud: 1,335 km y el 2do Tramo: Corpanche – Ricaurte (S/E 7). Longitud: 9.823 km.



Debido a la configuración de la línea, se utiliza como protección principal la diferencial de tres terminales, y como respaldo la protección de distancia o la de sobrecorriente direccional en el mismo relé; el relé utilizado para la protección es el MICOM P543 el cual está especializado en protección diferencial para líneas de transmisión.

1.2 TURBINAS TIPO PELTON

(Las características de los elementos de la turbina se encuentran en el Anexob2)

En la Central encontramos dos turbinas tipo Pelton, de eje vertical, éstas aprovechan la energía potencial del agua que impulsa los álabes produciendo un movimiento de rotación que es transferido mediante un eje al generador que se encarga de transformar la energía mecánica en energía eléctrica.

El rodete de la turbina está montado directamente en el eje del generador, éste se encarga de absorber todas las cargas axiales y radiales generadas por los chorros. Las características de los componentes principales de las turbinas se detallan a continuación.

Las características de las turbinas se muestran en los planos SYM-MTP-07-001 y SYM-MTP-07-002 de propiedad de ELECAUSTRO, y se los adjunta al presente en forma digital.

Fabricante:	DELTA – Delfini & Cía. S.A.
Número de unidades:	2
Tipo:	Turbina Pelton de eje vertical
Número de inyectores:	4 inyectores con servomotor interno
Velocidad de giro:	600 rpm
Caudal máximo:	2,05 m ³ /s
Caída neta de diseño:	215,21 m
Eficiencia a caudal máximo:	89,62%
Eficiencia máxima:	90,02%
Potencia al eje:	3878 kW

Tabla 4.3: Características Turbina Pelton

Los cuatro inyectores son íntegramente mecanizados y de construcción bridada. Son controlados mediante la Unidad Hidráulica de Potencia (High Pressure HPU), estos tienen un actuador hidráulico interno que acciona el movimiento axial de la aguja para la apertura, cuenta con un resorte para cierre de emergencia, la posición se indica mediante un transductor de 4 a 20mA.



En la siguiente tabla se encuentran los tiempos mínimos calibrados para la apertura y cierre de los cuatro inyectores de cada unidad, regulando las válvulas de flujo del gobernador.

Identificación del inyector en obra	Tiempo de apertura (s)	Tiempo de cierre (s)
I1-1	34.2	34.9
I1-2	33	34.9
I1-3	30.1	35.5
I1-4	30.1	35.2
I2-1	31.4	35.9
I2-2	30.5	35.1
I2-3	31.3	35.6
I2-4	31.5	36.1
Nota: Estos tiempos de cierre son los finales calibrados una vez obtenida la respuesta de las presiones del distribuidor y turbina en las pruebas de rechazo de carga.		

Tabla 4.4: Tiempos de apertura y cierre de los inyectores

Calibración de tiempos mínimos de apertura y cierre del deflector U1

Tiempo de apertura mínimo controlado por la válvula proporcional	2.5	s
Tiempo de cierre mínimo controlado por la válvula proporcional	2.2	s
Tiempo de cierre mínimo con la válvula de seguridad	1.84	s

Nota: Depende de la presión del sistema , 2.5max-2.2min

Tabla 4.5: Calibración de tiempos de deflectores de unidad 1

Calibración de tiempos mínimos de apertura y cierre del deflector U2

Tiempo de apertura mínimo controlado por la válvula proporcional	2.64	s
Tiempo de cierre mínimo controlado por la válvula proporcional	2.36	s
Tiempo de cierre mínimo con la válvula de seguridad	1.82	s

Nota: Depende de la presión del sistema , 2.5max-2.2min

Tabla 4.6: Calibración de tiempos de deflectores de unidad 1

Fuente: Tomado de DOSSIER TURBINA-GENERADOR-VALVULA-PUENTE GRUA-SAYMIRIN V

Otras descripciones y características de sus elementos principales se encuentran detalladas en el Anexo B2.

1.2.1 VÁLVULA MARIPOSA

En la central Hidroeléctrica Saymirín V, encontramos dos válvulas mariposa de doble excentricidad para protección de las turbinas, además fueron diseñadas para efectuar paradas de emergencia en caso de un fallo mecánico y para el cierre normal en el caso de realizar acciones de mantenimiento.

Cada válvula es accionada por contrapeso externo para el cierre, está provista además de un sistema óleo hidráulico para la apertura que consiste en un cilindro hidráulico que se presuriza mediante una bomba de accionamiento manual o eléctrico comandado por el High Pressure HPU.

Se tiene incorporado un dispositivo de bloqueo mecánico de seguridad diseñado para evitar la apertura de la válvula durante las labores de mantenimiento, el cual soporta las fuerzas de apertura del servomotor.



El volumen interno del cilindro hidráulico es 14 litros y la presión hidráulica mínima de trabajo es 50bar, las señales de posición son proporcionadas por dispositivos de fin carrera, además para efectos de mantenimiento se tiene un pin de seguridad para bloquear la válvula en la posición de cerrado.

Estos equipos poseen un modo de operación manual, accionado por parte del operador desde la estación de control y operación; el HPU tiene una comunicación tipo Modbus TCP IP permitiendo el enlace con el PLC auxiliar de la HPU para su comando.

En modo automático las válvulas principales y By Pass son comandadas por los “PLC’s de Máquina”, con base en la secuencia de arranque de la central; los HMI’s XBT GT 4330 presentan el detalle de estos elementos de una manera gráfica además permite observar la secuencia de funcionamiento (modo automático), o la operación de las válvulas (modo manual).

1.2.1.1 VÁLVULA BY-PASS

En la Central Hidroeléctrica Saymirín V, se encuentra la válvula By Pass de tipo aguja, llamada así por el vástago cónico que hace de obturador sobre un orificio de pequeño diámetro en relación al diámetro nominal de la válvula. Esta tiene un recubrimiento interno y externo de 200 micras de epoxi; la presión de prueba del cuerpo es de 37.5 bar y la presión de prueba del sello es de 27.5 bar.



La rosca de la válvula es fina por lo que presenta un lento desplazamiento del vástago, hasta que no se gira un buen número de vueltas la sección de paso del fluido es mínima; permite operar en primera instancia, ya que puede trabajar a grandes diferencias de presión sin cavitación, una vez que la válvula principal está a presiones equilibradas se realiza su abertura evitando un golpe de ariete en la instalación.

Las válvulas By-Pass son operadas mediante actuadores eléctricos, estos disponen al igual que los actuadores de las válvulas principales, una tarjeta electrónica de comunicaciones que permite el enlace con los PLC’s 100 y 300.

1.2.1.2 JUNTA DE DESMONTAJE

Este elemento llamado también junta de expansión, contribuye a corregir ciertas variaciones dimensionales (longitud y alineación) en las tuberías y válvulas que se encuentran conectadas a sus extremos, permitiendo un fácil mantenimiento de las mismas.

En Saymirín a estas juntas se las encuentra entre la entrada al distribuidor y la válvula de guardia de las turbinas. En este caso éstas permiten inspeccionar el interior del distribuidor de la turbina sin necesidad de desmontar toda la turbina.



1.2.2 GOBERNADOR DIGITAL

Es del tipo electro-hidráulico con funciones PID y de control implementado en un PLC digital, programado y configurable, los gobernadores incluyen fuentes de alimentación redundantes, cuyos voltajes primarios son de 125 VDC del sistema de baterías de la estación y/o de 120Vac

de la estación de servicio, el voltaje secundario del control es 24 VDC, estos se suministrarán a todos los circuitos de control internos del gobernador.

El gobernador controla las agujas y los deflectores de las dos unidades en la central, incluye los sensores de detección de velocidad, la retroalimentación de la posición de las agujas y la retroalimentación de la posición del deflector, el sistema utiliza un sistema PID con estatismo para el control de posición de la aguja y el deflector cuando el generador está conectado con la red de energía. Éste elemento también controla el funcionamiento de la válvula aguja By-Pass, se retroalimenta con sensores de posición y los sensores de presión para dar la orden de apertura de la válvula principal (mariposa).

El conjunto del gobernador digital lo conforman el regulador de velocidad, el dispositivo de sobre-velocidad que se describen a continuación; y para la actuación y control de todas sus funciones se cuenta con la Unidad Hidráulica de Potencia de Alta Presión (High Pressure HPU) cuyas características técnicas se encuentran descritas más adelante.

1.2.2.1 REGULADOR DE VELOCIDAD

El regulador de velocidad de la central es de tipo digital, marca L&S ELECTRIC, modelo MRTV2.1, fabricado en USA, dispone de salidas de comando a los servosistemas electro-hidráulicos, dispuestos de tal manera que garantizan el funcionamiento óptimo de regulación de velocidad y carga de las unidades generadoras de la central en todas las condiciones de operación (arranque, parada, giro en vacío o sin carga, manejo de carga desde cero hasta carga máxima, sincronización para acoplarse en paralelo a la red con el sistema de potencia).

El sistema está diseñado para integrarse con el SCADA; dispone de control remoto, local además de indicar alarmas de disparos y mensajes de diagnóstico.

Al estar conectado la unidad a una red estable puede realizar el control de:

- Velocidad con estatismo ajustable 0-10%
- Posición de álabes con limitador de apertura
- Potencia de la unidad dada una consigna con estatismo de potencia
- Caudal turbinado dada una referencia
- Nivel ya sea del embalse o del desagüe
- Operación de turbina en modo de condensador síncrono
- Detección automática de red aislada
- Garantiza limitación de sobre velocidad

1.2.2.2 DISPOSITIVO DE SOBREVELOCIDAD

Es un interruptor centrífugo que se opera mecánicamente, es utilizado para la limitación de la velocidad a prueba de fallos, el accionamiento se presenta cuando se sobrepasa el límite de velocidad preestablecido en la fábrica y no necesita energía eléctrica, el restablecimiento es automático después de que la velocidad se ha reducido aproximadamente un 40% (velocidad de

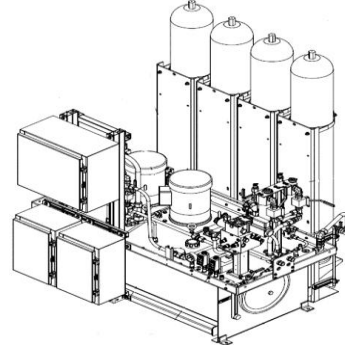
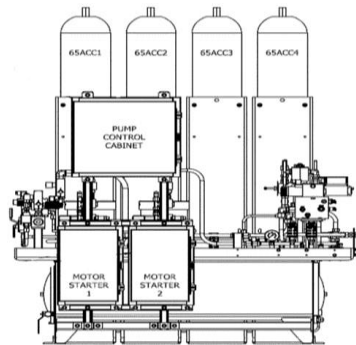
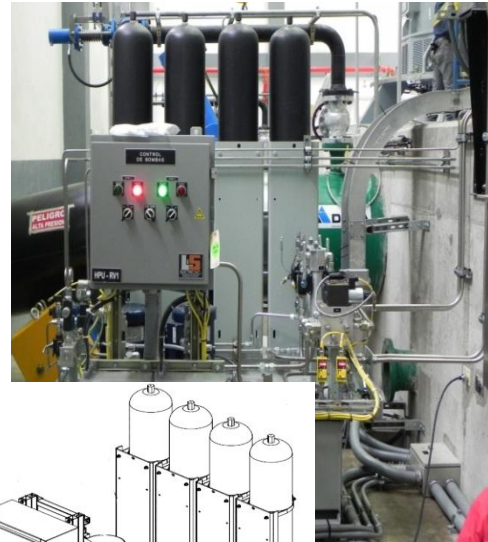


sincronismo).

1.2.2.3 UNIDAD HIDRÁULICA DE POTENCIA DE ALTA PRESIÓN (HIGH PRESSURE HPU L&S ELECTRIC INC.)

La Unidad Hidráulica de Potencia del generador, es la encargada de transmitir la energía necesaria para el movimiento de cada uno de los inyectores y el movimiento de los deflectores. Las unidades son de marca L&S Electric de procedencia estadounidense, esta unidad presenta una operación cíclica de la bomba de manera que el sistema sea eficiente energéticamente.

El equipo que se encuentra en la central es del tipo de alta presión en base a acumuladores de



nitrógeno, estos son sellados y no tienen boca de inspección, los acumuladores de nitrógeno no tienen sensores de nivel, ni presión diferencial tampoco constan de compresores de aire; los cilindros de nitrógeno tienen una capacidad de hasta 3000psi y el control del sistema se realiza mediante la presión del sistema.

2 ÁREA DE POTENCIA

(Las características técnicas de los elementos del área de potencia se encuentran en el Anexo B3)

2.1 TRANSFORMADOR PRINCIPAL (Sistema de transformación de energía)

El transformador de potencia de la Central Saymirín V, fue suministrado por LS INDUSTRIAL SYSTEMS 8,61MW, se encuentra instalado en la Subestación N°11 (Saymirín 3-4), este transformador es para las dos unidades de generación de Saymirín V, el núcleo es construido con acero al silicio y los devanados de cobre con barreras de alto aislamiento para separarlos

Fig. 4.1: HPU de válvulas, deflectores e inyectores

del núcleo.

Presenta una conexión estrella triángulo con neutro y es de uso exterior, debido a los altos voltajes y corrientes eléctricas presentes en el transformador. El tanque del transformador es

secado al vacío y tiene una tapa atornillada con sellos y juntas oil-tight y gas-tight. También cuenta con manhole o cámaras de acceso, para permitir el acceso a los bujes. Los radiadores son del tipo panel con una capacidad reducida de aceite. El aceite aislante del transformador tiene las características establecidas por el estándar ASTM D3487.



Fig. 4.2: Transformador de potencia de 8.61MW

2.2 SISTEMA DE APERTURA Y CIERRE

2.2.1 INTERRUPTOR 69kV

Es un interruptor trifásico, para instalación a la intemperie, en el que se emplea el gas SF₆ como medio aislante y extintor. Está equipado con un accionamiento de resorte, los tres polos del interruptor están mecánicamente acoplados para permitir la operación de los tres con un solo mecanismo.

Este tipo de interruptores tiene una tensión nominal de 145kV, a una frecuencia de 60Hz, los valores de corriente nominal de servicio es de 3150 A, la de corte en caso de cortocircuito es de 40kA, la de cierre en cortocircuito es 100kA, con una duración nominal del cortocircuito de 1 segundo.

2.2.2 SECCIONADORES

Estos dispositivos de maniobra son capaces de interrumpir de forma visible la continuidad del circuito. Se suelen utilizar, en forma independiente o como respaldo de seccionamiento de interruptores, siendo su misión la de aislar la central de la red, para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la central, y por motivos de seguridad deberán conectarse las cuchillas de puesta a tierra.

Los seccionadores que se encuentran en la central son los que se describen a continuación.

2.2.2.1 SECCIONADOR CON CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA.-

El seccionador es de marca COELME, modelo TCB – E 72.5 Kv – 200 A de procedencia italiana. Este tipo de seccionador se utiliza en el lado de Alta Tensión del transformador a 69kV con la configuración de (Yn: Estrella - Neutro)

2.2.2.2 SECCIONADOR SIN CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA.-

El seccionador es de marca COELME, modelo TCB 72.5 Kv – 200 A de procedencia italiana. Este tipo de seccionador se utiliza en el lado de Baja Tensión del transformador a los 6.3kV con la configuración de (Δ : Delta)



Fig. 4.3: Seccionador sin cuchillas de puesta a tierra

2.3 SISTEMA DE MEDICIÓN

2.3.1 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Son transformadores en donde el primario se conecta en serie con el circuito principal, cuya intensidad se desea medir y deben ir provistos, en su secundario, de un dispositivo de cortocircuito en el caso de que haya necesidad de abrir el circuito que es alimentado por el referido transformador.

Los transformadores son de marca TRENCH, modelo IOSK 123 de procedencia china, constan de 4 devanados secundarios, con una relación de transformación de 200/5 A, con un burden de 30 VA cada uno; están sumergidos en aceite del tipo Mineral Nafténico, herméticamente sellados para prevenir cualquier contacto de sus partes internas con el ambiente.

Los terminales secundarios se los encuentra en los respectivos tableros de agrupamiento. Las conexiones se efectuarán con conectores sin suelda, en bloques terminales que permiten cortocircuitar las salidas de los TC'S.

2.3.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Es un transformador donde el primario se conecta en paralelo en los puntos en que se requiere medir la diferencia de tensión. En el secundario se conectan en paralelo los aparatos de medida de tensión o protección según corresponda.

Los transformadores de la Central son tipo inductivo de marca TRENCH, modelo VEOT 123 de procedencia china, constan de 3 devanados secundarios, el voltaje de alimentación primario es de $69/\sqrt{3}$ kV y los voltajes de salida de cada devanado secundario son de $115/\sqrt{3}$ V, con un Burden de 60 VA cada uno.

Los transformadores serán sumergidos en aceite del tipo Mineral Nafténico, siendo herméticamente sellados para prevenir cualquier contacto de sus partes internas con el ambiente. Los terminales secundarios se los encuentra en los respectivos tableros de agrupamiento.

2.4 SISTEMA DE PROTECCIÓN

2.4.1 DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES O PARARRAYOS

Los descargadores y limitadores de sobretensión permiten realizar la protección de la subestación, los generadores y transformadores contra sobretensiones internas y externas. Por este motivo son equipos de protección indispensables para el servicio seguro de las instalaciones de media tensión.

Para la protección contra descargas atmosféricas de la Subestación de 69kV se han instalado cuatro pararrayos tipo “Puntas Franklin”, de acero galvanizado de un metro de longitud en la cúspide de las columnas del pórtico de la subestación de 69 kV.



Fig. 4.4: Puntas Franklin



Fig. 4.5: Contador de descargas

3 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la Central Hidroeléctrica Saymirín V los conforman todos aquellos elementos que son indispensables para el funcionamiento de la misma, sin tener que intervenir directamente en la producción de energía.

Su alimentación se realiza desde un transformador de servicios auxiliares, diseñado en función de la carga de los servicios. Para alimentar los diferentes circuitos de los servicios auxiliares se tienen interruptores automáticos con protección magneto-térmica. Se cuenta además con elementos de protección y medida para monitorear el consumo de energía que ha de ser facturada y los valores de tensión e intensidad de los mismos.

(Las características técnicas de los elementos de los servicios auxiliares se encuentra en el Anexo B4)

3.1 SISTEMA DE CORRIENTE ALTERNA

3.1.1 TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

El transformador de servicios auxiliares de la central es de fabricación nacional, se ubica en la Casa de Máquinas en el área de potencia, es del tipo PADMAUNTED de configuración radial de 100 kVA, se ha diseñado para cubrir la demanda de todos los servicios auxiliares de la central, el mismo que operará suministrando el 100% de la demanda total; en caso de que el transformador salga de servicio, la demanda total será atendida por una fuente alternativa.



El esquema seleccionado, con interruptor de máquina, permite la alimentación de los servicios auxiliares a través del transformador principal, aún en el caso de que los generadores estén fuera de servicio pero el sistema de transmisión esté energizado.

Las protecciones para el transformador son: fusibles tipo bayoneta, fusibles limitadores de corriente Breaker 3F sumergido en aceite y un sistema apartarrayos Elbem Arrester.

3.1.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Para la Central Hidroeléctrica Saymirín se consideró un conjunto de cinco celdas de media tensión, en las cuales se ubican equipos de maniobra como interruptores de potencia extraíbles, seccionadores; elementos de medida transformadores de corriente y de tensión, y equipos de protección y control.

Que son montados en uno o más compartimientos insertos en cuadros SecoGear, los mismos que son blindados de aislamiento de aire, además de ser muy seguros y fiables para su función.

3.1.2.1 INTERRUPTOR DE VACIO SecoVac 17,5 kV

Los interruptores de máquina de cada unidad se encuentran instalados en las celdas de media tensión, son interruptores de vacío de polo encapsulado SecoVac de 17,5kV – 1250A marca General Electric, éstos permiten la extinción del arco de manera efectiva y segura.

Estos interruptores encajan en las celdas SecoGear y pueden ser desmontables, están equipados con unas barreras metálicas entre los compartimentos del interruptor y otros compartimentos principales. Cuenta con elementos de operación e indicadores como son: botón de apertura, botón de cierre, indicador ABIERTO/CERRADO, indicador de CARGADO/DESCARGADO, contador de operaciones y provisión para la carga manual del interruptor.



Fig. 4.6: Celdas de media tensión

3.2 SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA

Los equipos que conforman el sistema de corriente continua de 125 VDC de la Central Hidroeléctrica SAYMIRIN V son los siguientes:

- Banco de baterías 400Ah
- Cargador-Rectificador de baterías 150A
- Tablero de Distribución de Corriente continua TDC-125V

3.2.1 BANCO DE BATERÍAS

El banco de baterías lo conforman celdas del tipo VRLA (con válvula reguladora de ácido), éste suministra una tensión continua de 125V a todos los servicios auxiliares de la Central, y los sistemas de mando, señalización, alarmas, protecciones y SCADA.

Éstas baterías pueden manejar descargas profundas sin embargo no hay ningún peligro para su operación y permite mantener la confiabilidad del sistema. Estos bancos de baterías son alimentados por su



cargador - rectificador que convierte la corriente alterna en corriente directa para la carga de los mismos.

3.2.2 CARGADOR-RECTIFICADOR

En la Central hidroeléctrica Saymirín V los dos grupos cargadores-rectificadores han sido diseñados para mantener la carga del banco de baterías y para suministrar de forma permanente la alimentación requerida de carga continua.

El cargador funciona a tensión constante y con limitación automática de corriente. Estos controles se realizan a través de dispositivos integrados (estado sólido), los cuales aseguran un máximo de rendimiento y calidad en un espacio reducido.

Los cargadores formarán un solo grupo constructivo con el tablero de distribución de corriente continua en los que se alojarán los interruptores principales de los diferentes sistemas de la Central, de acuerdo a lo estipulado en los pliegos y especificaciones técnicas preliminares del proyecto.



El Rectificador-Cargador de baterías es básicamente un convertidor AC/DC formado generalmente por siete componentes que se nombran a continuación:

- Transformador de Entrada.
- Puente Rectificador.
- Filtro de Salida.
- Lógica del Rectificador TLR.
- Panel Digital de Comando y Señalización PDCS.
- Tarjeta relés auxiliares TRA.
- Baterías.
- Interruptores de Seccionamiento Rectificador.

Tienen dos modos:

Operación Normal.

- Hay presencia de red.
- El rectificador convierte el voltaje AC a voltaje DC para cargar a las baterías y alimentar a la carga.

Falla en el Rectificador o Ausencia de Red.

- El rectificador no puede alimentar a la carga.
- Las baterías comienzan un período de descarga, ya que ellas quedan alimentando a la carga conectada.

El sistema de cargadores-baterías de 125Vcc es complementado por los tableros de inversores estáticos, utilizados para conformar el sistema de barra segura de tensión alterna.

3.3 SISTEMA DE BARRA SEGURA

En toda central se encuentran cargas especiales que deben mantenerse en funcionamiento ininterrumpido aun cuando a causa de un desperfecto salga de servicio todo un bloque, por la gran importancia que algunos elementos tienen para la central, se tiene el sistema de barra segura, la cual se encarga de esta importante tarea.

Este sistema está conformado por:

- El inversor de frecuencia ITB.e
- Línea de emergencia 5kVA 208/208Vca 60Hz
- Interruptor estático de la distribución CA & distribución CA 208Vca 60Hz



3.3.1 INVERSOR DE FRECUENCIA

Los Inversores monofásicos estándar (ITB.e) son de procedencia italiana cuyo fabricante es BORRI, el tipo de elemento es de estado sólido, en la central se encuentran instalados un inversor por unidad de generación, se encuentran ubicados en el área de potencia de la casa de máquinas.

El inversor está conectado entre la carga y dos entradas diferentes: la entrada CC (para alimentar al inversor) y la entrada CA (para suministrar la carga en condiciones de emergencia).

El inversor suministra corriente continua limpia y garantiza que la tensión y la frecuencia se estabilizarán al valor nominal, independientemente del estado de la red. Gracias a la conversión CC/CA la carga es completamente inmune a las microinterrupciones producidas por las variaciones excesivas de la red eléctrica.

Su operación es online esto quiere decir que el dispositivo se encuentra en estado de conectividad el cual está disponible para su uso inmediato en cualquier momento; la modulación que presenta es por ancho de pulso (PWM).

Además presenta una función de stand-by la cual permite que el equipo este en un estado de espera para recibir las ordenes que se necesiten enviar para el equipo por medio de la operación online

Las partes que conforman el inversor son: un inversor de CC a CA, interruptor estático CA/CA un bypass manual y un panel frontal.



3.4 SISTEMA DE IZAJE

3.4.1 PUENTE GRÚA 35T/5T

El puente grúa diseñado para la Central Hidroeléctrica Saymirín V, tiene como objetivo principal el izado y transporte, para montaje y mantenimiento del grupo generador-turbina de las dos unidades, y de los otros equipos que se encuentran instalados en la casa de máquinas.

Este es un equipo que levanta 35 toneladas con el gancho principal y 5 toneladas con el gancho secundario. Es una máquina de elevación compuesto por una viga doble, apoyada sobre dos carriles elevados sobre las ménsulas de las columnas de la casa de máquinas de la central Saymirín V.

El movimiento longitudinal se lleva a cabo mediante los motores de translación y las ruedas metálicas que se encuentran sobre las vigas principales o vigas carrileras metálicas. El movimiento transversal se realiza mediante el desplazamiento de un polipasto o carro sobre los dos carriles dispuestos sobre el puente.

La botonera colgante acciona el arranque, parada suave y progresiva; las rampas de arranque y parada son calibradas por medio del panel digital instalado dentro del inversor.

El control remoto del puente grúa incorpora un transmisor, mientras el receptor se encuentra ubicado en el puente grúa. El rango de alcance que posee este elemento es de 100m y el rango de temperatura en el cual actúa es de -20°C a 70°C.

CAPITULO V

PROCESOS PARA LA OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V.

En un sistema de generación hidroeléctrica se pueden identificar cinco fases de operación y funcionamiento, así, la fase inicial o ARRANQUE requiere un chequeo de las condiciones iniciales de todos los sistemas que están involucrados, denominándose este paso un **PRE-ARRANQUE DE PLANTA**. En este se verifican niveles de agua, posicionamiento de válvulas, verificadores de presión, lubricación, refrigeración, velocidad y los niveles de tensión que deben ser correctos. De ahí se procede con la etapa inicial propiamente dicha.

Las fases de SINCRONIZACIÓN y CONEXIÓN a la red se cumplen una vez que el arranque ha sido satisfactorio, en esta se realizan los ajustes necesarios de velocidad de la turbina, caudal, factor de potencia, etc., garantizando la velocidad sincrónica del generador. Con todos los ajustes realizados en las fases previas, y una vez obtenida la frecuencia nominal igual a la del SEP, se conecta a la red cumpliéndose con la fase de CONEXIÓN con éxito.

Cuando la central se encuentra interconectada a la red se pasa a la fase de OPERACIÓN de la central, en ésta se realiza una medición constante de los niveles de tensión, corriente y frecuencia del o los generadores teniendo un historial para el control de la central, esto con el fin de garantizar que se mantengan en los niveles adecuados ante posibles variaciones en la carga de la red.

La fase de DESCONEXIÓN O PARADA del sistema se da ya sea por mantenimiento, falla o programación de la CENACE, para ello se debe suprimir el suministro del caudal de agua, verificar velocidades, presiones, etc.

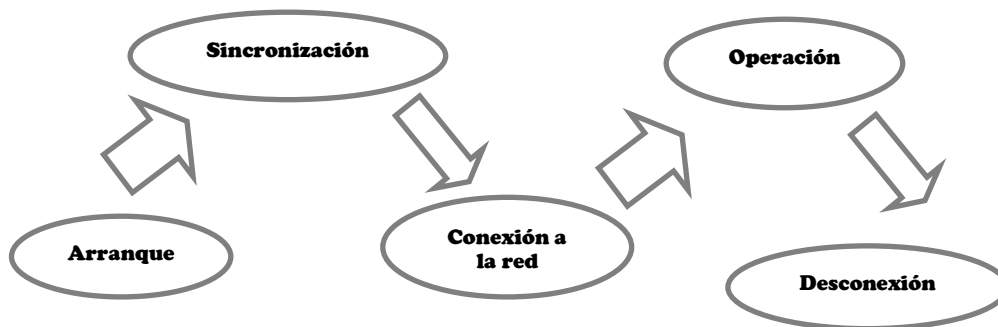


Fig. 5.1: Fases de Operación y Funcionamiento

1 FASES DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

1.1 ARRANQUE

Para poner en marcha el arranque se debe realizar la selección del tipo de arranque a realizarse, estos serán: Arranque Automático o Arranque Manual.



Luego de realizar la selección de arranque se deben cumplir las condiciones incógnitas para el pre-arranque estas se detallan a continuación:

1.1.1 Pre-arranque (Condiciones iniciales)

En los modos de operación manual o automático, se deben cumplir las siguientes condiciones iniciales:

a) Reservorio y captación

En este se debe cumplir las siguientes condiciones:

- Nivel del reservorio Ok (nivel máximo: 4.45m, nivel mínimo: 1.80m), sensor LTI 101 comunicación Vía Modbus TCP-IP
- Compuerta de reservorio abierta, se realiza mediante el PLC que se encuentra en Dutasay la comunicación que presenta se realiza por Modbus TCP-IP
- Tensión de alimentación Ok
- Revisión de estado de comunicaciones estas deben encontrarse en estado Ok

b) Sistema de refrigeración

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Nivel de agua del tanque del sistema de refrigeración Ok
- Térmico en la bomba de refrigeración estado Ok
- Estado de bomba 3 ok, (en caso de que una de las bombas 1 o 2 no pueda entrar en funcionamiento la bomba 3 entrara a remplazar a la que no pueda estar en funcionamiento), el cambio para el uso de la bomba se realiza de forma manual.

c) Sistema oleo-hidráulico

Se deben cumplir todas las condiciones siguientes:

- Temperatura de aceite del sumidero del HPU OK
- Presión de aceite Ok (nivel normal de funcionamiento: 3.8bar), disparo de alarma 975 PSI
- Nivel de aceite de tanque sumidero del HPU Ok
- Térmicos de bombas 1 y 2 Ok

d) Válvulas

Se tienen que cumplir todas las siguientes condiciones:

- Válvula mariposa cerrada
- Válvula Bypass cerrada
- Presión Ok, 22 bar aguas arriba

e) Regulador de velocidad

Se cumplirán las siguientes condiciones:



- Controles del regulador remoto y automático en OK
- ALARMAS en Ok, sin problemas
- Posición de los inyectores cerrados, los inyectores arrancaran en vacío, con un margen de apertura menor al 1%, esto contempla el caso en el que algún objeto este en el inyector si este supera el margen del 1% no se cumplirá la condición y no arrancara.
- Posición de deflector cerrado

f) Cojinetes del generador

En este se cumplirán las siguientes condiciones:

- Temperatura de metal del cojinete inferior radial
- Temperatura de metal del cojinete superior radial
- Temperatura de metal del cojinete superior axial

g) Sistema de lubricación

Se tienen que cumplir las siguientes condiciones:

Sistemas de lubricación forzada-LOS

- Alarma de presión de salida de aceite ok (funcionamiento en estado normal 6 bar)
- Estados de filtros Ok
- Temperatura de aceite Ok (la alarma se activara si la temperatura es mayor a los 65°C)
- Alarma de nivel de aceite Ok, sin novedad
- Alarma de falla de bombas Ok, sin novedad

Sistema de empuje-JOS

- Estados de filtros Ok
- Alarma de presión de aceite Ok, sin novedad (el rango de presión en el que se debe encontrar el sistema es entre 80-200 bar)
- Sistemas LOS y JOS OK

Energía

- Tensión AC Ok, PLC de servicios Auxiliares
- Tensión DC Ok, PLC de servicios Auxiliares

h) Sistemas de frenos

- Posición de pastilla de freno Ok
- Control de desgaste de pastilla OK

i) Temperatura de generador

Se tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- temperatura de las bobinas de la fase U1, U2, U3 Ok, MICOM P343



- temperatura de las bobinas de la fase V1, V2, V3 Ok, MICOM P343
- temperatura de las bobinas de la fase W1, W2, W3 Ok, MICOM P343
- temperatura del núcleo del estator fase U1 OK (temperatura de pruebas FAT 28.7 °C)
- temperatura del núcleo del estator fase V1 OK (temperatura de pruebas FAT 28.7 °C)
- temperatura del núcleo del estator fase W1 OK (temperatura de pruebas FAT 28.7 °C)

j) Sistema de excitación

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Excitación en modo automático Ok, AVR
- Alarma falla general del regulador de tensión Ok, AVR
- Watch Dog regulador de tensión OK, AVR
- Relé de falla a tierra del rotor 64F Ok, controlado por Relé MICOM P343

k) Protecciones

Se cumplirán las siguientes condiciones de los relés:

- Relé 86-E Ok, falla eléctrica de grupo
- Relé 86-T Ok, falla eléctrica del transformador
- Relé protección principal de grupo G1-p343 Ok
- Relé protección de transformador P643 OK
- Control de bahía C264C Ok
- Relé protección de barra MICOM P746

l) Transformador Principal

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Alarma de alta temperatura de aceite TP-102 Ok, Comunicación con protocolo IEC 104⁶
- Alarma de alta temperatura del devanado TP-102 Ok, Comunicación con protocolo IEC 104
- Alarma de bajo nivel de aceite TP-102 Ok, Comunicación con protocolo IEC 104
- Alarma de relé Buchholz TP-102 Ok, Comunicación con protocolo IEC 104

m) Interruptores de unidad

Se cumplirán las siguientes condiciones para el interruptor

- Interruptor de unidad remoto Ok, SwitchGear

⁶ IEC 60870-5-104 o IEC 104 es una extensión del protocolo IEC 101, generalmente este se utiliza para las señales de telecontrol. El estándar utiliza la interfaz de red TCP/IP para disponer de conectividad a la red LAN.



- Interruptor de unidad abierto
- Interruptor de unidad no cerrado y no aterrizado (puesta a tierra)
- Muelle cargado

n) Sistemas de CC / AC de sistemas auxiliares

En este se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Tensión VDC para los tableros de distribución Ok.
- Tensión VDC para los tableros de control de unidad Ok, Comunicación VIA Modbus TCP-IP
- Tensión VDC para los sistemas auxiliares Ok, Comunicación VIA Modbus TCP-IP

o) Subestación

- Estado de seccionadores Ok
- Presión de gas del SF6 Ok
- Señal de tensión Ok

1.1.2 Arranque

Los Niveles Operativos para “arrancar” en modo manual son: Nivel 0: a pie de equipo, Nivel 1: desde las pantallas táctiles de los tableros de Control y Automatización de la Central, Nivel 2: desde el Centro Local de Control y el Nivel 3: desde el Centro Remoto de Control.

Al seleccionar un arranque manual el operador de SCADA arrancara las unidades por medio de nivel de operación 1 o nivel 2; en este arranque, el operador verificara y confirmara que se cumplan todas las condiciones necesarias.

Si es seleccionado el arranque automático el sistema SCADA hará que la unidad opere automáticamente en el modo de operación de línea, cumpliéndose las condiciones establecidas.

Ya sea un arranque manual o automático se deben cumplir las condiciones iniciales; que se indicaron en el punto anterior, una vez seleccionado el tipo de arranque y cumplidas todas las condiciones se procede con los siguientes pasos:

a) Sistema de refrigeración

Para este se procede a poner en arranque la bomba #1 para la recirculación de agua, se debe revisar que la presión del sistema de recirculación de agua se encuentre en un parámetro normal, en nivel del tanque de agua debe ser el adecuado y el flujo al tanque de regulación de agua debe ser normal.

b) Aplicar de frenos

En este paso se aplicaran los frenos para que el rotor no esté en movimiento cuando entre en funcionamiento el sistema de lubricación.

c) Sistema de lubricación (LOS)



Se debe cumplir que la Presión de salida sea adecuada, el flujo DE debe encontrarse en estado Ok y por último que el flujo NDE debe encontrarse en estado Ok. Una vez cumplidas estas condiciones se procede arrancar el sistema de Lubricación (LOS)

d) Sistema de lubricación (JOS)

Para proceder al arranque del sistema de lubricación (JOS) la presión inicial debe estar en Ok para el JOS y la presión de funcionamiento del (LOS) debe estar en ok.

e) Frenos (Liberación)

Al poner en funcionamiento el sistema de lubricación JOS y LOS estos crean una fina película de lubricación para el cojinete con el cual este puede comenzar su funcionamiento normal con lo que se procede a liberar los frenos.

f) Apertura de Bypass

En este paso se realiza la apertura de la válvula bypass y se realiza la igualación de presiones, por la existencia de pequeñas fugas que puedan presentarse esta tiene un margen de permisión de 5 a 10%, para que se dé la condición y continuar con el arranque. Este proceso toma alrededor de 15 segundos.

g) Apertura de válvula de ingreso

Una vez que se tiene un equilibrio en las presiones se procede a abrir la válvula de ingreso o válvula mariposa, esta acción será comandada y regulada mediante el sistema del HPU el cual ejecutara la apertura o cierre de la misma; la apertura se realizara en dos pasos estas serán en posición semi-abierta y completamente abierta.

h) Cierre de bypass

Al realizar la apertura de la válvula mariposa se debe continuar con el cierre de la de la válvula de bypass pues esta ya cumplió su función de igualar las presiones.

i) Arranque del regulador de velocidad

El PLC de maquina emite un permiso para el arranque del regulador de velocidad, para esto los inyectores deben estar abiertos, al igual que el deflector y la velocidad de la maquina debe de ser mayor que el 75% de sus revoluciones.

j) Parada del sistema de lubricación (JOS)

Al alcanzar la unidad un porcentaje mayor al 75% de las revoluciones se para la lubricación forzada (JOS)

k) Arranque del regulador de voltaje

Para este paso el regulador de voltaje debe estar funcionando, la tensión debe encontrarse en la nominal este valor deberá ser el de 6.3kv, al igual que la velocidad de la unidad debe encontrarse en la nominal.



l) Arrancar Sincronismo

En este paso se cerrera el interruptor del Generador 52 G

1.2 SINCRONIZACIÓN

Después de que se hayan cumplido con los pasos mencionados anteriormente se procede de forma inmediata con el proceso de sincronismo con la red, para esto tenemos el estándar ANSI de numero de funciones de dispositivos⁷; el número 25 es un dispositivo de verificación de sincronismo o Sincronizador el mismo que funciona cuando dos circuitos de corriente alterna están dentro de los límites deseados de frecuencia, ángulo de fase y la tensión, cuando estos tres parámetros se cumplen el dispositivo permite la puesta en paralelo de estos dos circuitos, en este punto se procederá a cerrar el interruptor de generador (52G) poniendo en línea la unidad.

1.3 CONEXIÓN A LA RED

Para realizar la conexión es necesario que todas las condiciones mencionadas anteriormente se cumplan, las protecciones deben encontrarse en OK, la sincronización con el sistema debe ser la adecuada y el interruptor del generador tiene que estar cerrado; dado que la energía que se genera desemboca en la red eléctrica local.

El control de voltaje deberá ser constante y el CENACE deberá vigilar que sus valores no excedan de los límites establecidos en las normas vigentes. El voltaje del S.N.I se controlará a través del Reguladores de voltaje (AVR) en los generadores.

1.4 OPERACIÓN

Esta fase se la ejecuta por parte del operador en la estación destinada a este fin en la Central, la misma que se encuentra ubicada en la segunda planta en el área denominada CUARTO DE CONTROL, sus funciones principales⁸ son:

- a) Controlar en la central hidroeléctrica Saymirín V el estado de las instalaciones y los parámetros del proceso en general para asegurar las condiciones óptimas de funcionamiento con criterios de fiabilidad, eficiencia energética y seguridad para las personas, medio ambiente e instalaciones.

⁷ Estandar ANSI de Energía Eléctrica números de funciones de dispositivos de Sistemas de acc. IEEE C.37.2-1991, en el cual los números de dispositivo se utilizan para identificar las funciones de estos, descripciones que dan en las normas y diagramas esquemáticos.

⁸ Criterios tomados del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales (CNCP), el mismo que es el instrumento del Sistema Nacional de las Cualificaciones y Formación Profesional (SNCFP) que ordena las cualificaciones profesionales susceptibles de reconocimiento y acreditación, identificadas en el sistema productivo en función de las competencias apropiadas para el ejercicio profesional, España.

Denominación: Gestión de la operación en centrales hidroeléctricas

Código: ENAL0110



1. La situación y comportamiento operativo de válvulas, turbinas, generadores, cojinetes, distribuidores, servomotores, bombas, compresores, desagües, sistemas eléctricos, sistemas de control, instrumentación y demás equipos se determinan a partir de la información obtenida en planta.
 2. Los caudales, presiones, niveles, temperaturas, ruidos, vibraciones, posición de válvulas, compuertas y demás parámetros del proceso se determinan a partir de las medidas que proporcionan los diversos instrumentos de campo y las observaciones realizadas en la planta.
 3. Los valores de ajuste y los valores límite correspondientes a cada parámetro fundamental del proceso, se identifican e interpretan, detectando, en su caso, los desvíos o anomalías.
 4. Las pérdidas de lubricantes, caudal ecológico y demás factores relacionados con el control medioambiental se detectan e interpretan, aplicando acciones correctoras inmediatas, a fin de evitar las afecciones perjudiciales al medio ambiente.
 5. El seguimiento y diagnosis del funcionamiento de la central se realiza utilizando las bases de datos históricos y protocolos establecidos.
 6. Los cambios en los parámetros o procedimientos de operación que supongan mejoras en el funcionamiento de la instalación y puedan lograr avances en materia de eficiencia energética, fiabilidad, eficacia o seguridad de los procesos se analizan y se proponen para su consideración.
 7. Los programas de supervisión de centrales se realizan para asegurar el correcto funcionamiento de la planta.
 8. Los informes sobre el estado e incidencias relacionadas con todos los componentes de la central se elaboran según el procedimiento establecido.
- b) Controlar la operación de equipos tanto en funcionamiento ordinario como en paradas y arranques con criterios de fiabilidad, eficiencia energética y seguridad para las personas, medio ambiente e instalaciones.
1. Las maniobras en compuertas, válvulas, reguladores, interruptores eléctricos, bombas y otros elementos de maniobra se supervisan, comprobando que se ejecutan según la secuencia establecida en los procedimientos, con las medidas de seguridad requeridas y en coordinación con los responsables de operación en la sala de control.
 2. Los rodajes de turbina, maniobras de sincronización, acoplamiento, desacoplamiento y variaciones de carga se supervisan, comprobando que se realizan según procedimientos establecidos.
 3. Los protocolos, limitaciones y condiciones de arranque, variaciones de carga, funcionamiento y parada de turbinas y otros equipos fundamentales se observan rigurosamente, prestando especial atención a los parámetros significativos de que el proceso se ejecuta en condición segura.
 4. La vigilancia de niveles, caudales, presiones, temperaturas y demás parámetros eléctricos e hidráulicos del proceso, se efectúa de modo continuo, comprobando que están en consonancia con los valores de referencia.

El sistema SCADA presentara en tiempo real datos que generaran un histórico para el control y monitoreo de la central, los datos que aparecen en el SCADA se muestran a continuación: Hora, Potencia activa, Potencia reactiva, Corriente en las fases R S T, Tensión, Factor de potencia, Corriente de excitación, Temperatura en los cojinetes y Presión de aceite. Además de estos datos se registra el nivel de agua del tanque de carga, la tensión y corriente en el banco de baterías.

En las siguientes tablas de alarmas y tabal de rutas de operador se anotaran los datos que se piden en estas:

Operación del generador		
Temp. Bobinado estator	Operación	Máximo
Fase U-1	25,10 °C	85°C
Fase U-2	23,17 °C	85°C
Fase U-3	22,05 °C	85°C
Fase V-1	22,63 °C	85°C
Fase V-2	26,06 °C	85°C
Fase V-3	22,53 °C	85°C
Fase W-1	22,05 °C	85°C
Fase W-2	24,46 °C	85°C
Fase W-3	23081 °C	85°C
Temp. Núcleo estator	Operación	Máximo
Fase U-1	23,70 °C	85°C
Fase V-1	22,40 °C	85°C
Fase W-1	21,30 °C	85°C
Temp. Aire turbina	Operación	Máximo
Entrada Aire	19,84 °C	85 °C
Entrada Aire	19,85 °C	85 °C
Salida Aire	18,43 °C	85 °C
Temperatura cojinetes del generador		Operación
Temp. Cojinete superior axial	20,90 °C	
Temp. Cojinete superior radial	20,00 °C	
Temp. Entrada de Aire Frio	19,84 °C	
Temp. Salida de Aire Caliente	16,43 °C	
Temp. Cojinete inferior	19,00 °C	
Vibración cojinetes del generador	Operación	Máximo
Vibración cojinete inferior vertical	-0,03 mm/s	5 mm/s
Vibración cojinete inferior horizontal	-0,04 mm/s	5 mm/s
Vibración cojinete superior vertical	-0,02 mm/s	5 mm/s
Vibración cojinete superior horizontal	0,00 mm/s	5 mm/s

Tabla 5.1: Rangos de operación del generador



Hora	Unidad 1								
	MW	MVAR	Corriente			Factor de potencia (HZ)	Tensión (KV)	Tensión de excitación (v)	Corriente de excitación (A)
			U	V	W				
1:00									
2:00									
3:00									
4:00									
5:00									
6:00									
7:00									
8:00									
9:00									
10:00									
11:00									
12:00									
13:00									
14:00									
15:00									
16:00									
17:00									
18:00									
19:00									
20:00									
21:00									
22:00									
23:00									
0:00									

Tabla 5.2: Tabla de registro de unidad 1

Hora	Unidad 2								
	MW	MVAR	Corriente			Factor de potencia (HZ)	Tensión (KV)	Tensión de excitación (v)	Corriente de excitación (A)
			U	V	W				
1:00									
2:00									
3:00									
4:00									
5:00									
6:00									
7:00									
8:00									
9:00									
10:00									
11:00									
12:00									
13:00									
14:00									
15:00									
16:00									
17:00									
18:00									
19:00									
20:00									
21:00									
22:00									
23:00									
0:00									

Tabla 5.3: Tabla de registro de la Unidad 2



Hora	Potencia Total(MW)	Banco de baterías	Corriente (A)
		Tensión (v)	
1:00			
2:00			
3:00			
4:00			
5:00			
6:00			
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
13:00			
14:00			
15:00			
16:00			
17:00			
18:00			
19:00			
20:00			
21:00			
22:00			
23:00			
0:00			

Tabla 5.4: Tabla de registro de Banco de batería



SAYMIRÍN V

		ELECTRO GENERADORA DEL AUSTRO					
Fecha:		Hora:		Operator:		Recomendaciones	observaciones
		0			X		
	Verificación de condiciones iniciales						
	Nivel tanque de presión en SCADA						
	GENERADOR						
		0			X		
	Verificar puntos calientes en:	caja de freno	caja alta tensión	caja de resistencias	caja de PT 100		
	Nivel de aceite cojinete de turbina						
	Nivel de aceite cojinete de generador						
	Revisión de termómetro digital con contador eléctrica de salida de aire [°C]	16,18					
	Revisión de termómetro digital con contador eléctrica de entrada de aire [°C]	20,67					
	Revisión de termómetro digital con contador eléctrica de cojinetes [°C]	20,41					
	HPU DE GENERADOR						
	niveles de aceite, temperaturas y presiones						
	Elemento	niveles	fugas	°C	Presión		
	Tablero de indicadores de presión de LOS y JOS						
	Temperatura de aceite de los De tablero HPU Gen 1 y HPU Gen 2						
	Revisión de Flujómetro						
	Revision JACK oil pressure at Pump						
	Revision LUB oil pressure at pump						
	Revision JACK oil outlet pressure						
	Revision LUB oil outlet pressure						
	Revision filter clog IND with switch JACK						
	Revision filter clog IND with switch LUB						
	Revision oil level indicator with switch						
	Revision de pressure gauge with switch for DE						
	Revision de pressure gauge with switch for NDE						
	HPU DE válvulas						
		0			X		
	Verificar señales luminosas de sensores de BY-PASS						
	Verificar la posición de las válvulas que se encuentren en la posición inicial						
	Verificar nivel de aceite						
	Revisión temperatura de Gqp1 [°C]	12					
	Revisión temperatura de 63QPS1 [°C]	11,6					
	Revisión temperatura de 63QPS2 [°C]	11,45					
	válvula Mariposa y aguja						
		0			X		
	Revisar si hay fugas en uniones						
	Presión aguas arriba y aguas abajo igualadas						
	Revisar si se encuentra puesto el seguro mecánico en el contrapeso						
	verificación en generador, HPU y válvulas						
	verificación de estado de los elementos						
	Elemento	0			X		
	Cañerías						
	Mangueras						
	Rectificador						
		0			X		
	Verificar señales LED del tablero (Flotación)						
	celdas de media tensión						
	revisión según corresponda a la celda	tensión	corriente	temperatura	relé de protecciones		
	Celdas de unidad A01 y A02						
	Celda de puesta a tierra A03						
	Celda de salida A04						
	Celda de salida de servicios auxiliares A05						
	Tableros de servicios generales CC						
	Revisión de tensión						
	Revisión de corriente						
	interruptor estático de distribución TBS						
	Revisión de tensión						
	Revisión de corriente						
	Revisión de frecuencia						
	Tableros TDSG CA						
		0			X		
	Verificación posición de breakers						
	Tableros TDP CA						
	Verificar valores en pantalla						
	tablero de unida 1 y 2 de CA						
	Verificar valores en pantalla						
	sistema de refrigeración						
		0			X		
	Verificar presión						
	Verificar nivel						
	Temperatura						
	sistema contra incendios						
	Revisar presión en válvula						
	Revisar si existen fugas						

Tabla 5.5: Tabla de rutas del Operador



1.5 DESCONEXIÓN

Tenemos dos tipos de desconexión o parada para las unidades, estas serán la parada normal de la unidad y la parada de emergencia, la parada normal es llevada a cabo cuando está programada ya sea para mantenimientos o revisiones, también se considera una parada normal cuando se detectan temperaturas altas dentro del nivel permisible donde el sistema se detiene para refrigerarse y continuar con el funcionamiento normal, por el contrario una parada de emergencia sucede por fallas que se presentan en la operación o al detectarse que algún parámetro está por sobre los límites permisivos, estas no son programadas; a continuación se describirá el procedimiento para realizar la secuencia de parada normal y de emergencia de las unidades.

1.5.1 Secuencia de parada normal

Para la secuencia de parada los sistemas de comando remoto y automático deben estar en funcionamiento y la unidad se encontrara en paralelo.

a) Descarga de potencia

Se procede a llevar la potencia activa y reactiva a un valor nulo.

b) Apertura

Una vez que la potencia activa y reactiva sean cero se procede a abrir el interruptor del generador (52-G), con el interruptor abierto se procede a quitar la excitación llevando a cero la tensión y corriente del generador.

c) Parada regulador de voltaje

Se apaga el regulador de voltaje.

d) Parada regulador de velocidad

Se detiene el regulador de velocidad y se envía el mando para el cierre de los inyectores y del deflector.

e) Sistema de lubricación (JOS)

Se inicia el sistema de lubricación (JOS), se debe verificar que la presión inicial del (JOS) se encuentre en Ok y la presión de inicio del (LOS) se encuentre de igual manera en Ok.

f) Cierre válvula de ingreso

Para realizar el cierre de la válvula de ingreso la velocidad de la máquina debe ser menor al 30% de la velocidad nominal, la válvula procederá a cerrarse pasando por una posición intermedia y luego completamente cerrada.

g) Aplicación de frenos

La máquina deberá haber alcanzado una velocidad menor al 25% de la velocidad nominal para aplicar los frenos.

h) Parada.

Se realiza la parada del sistema de lubricación (LOS, JOS), se apaga la bomba de recirculación de agua y se liberan los frenos.



1.5.2 Parada de emergencia

La secuencia de parada de emergencia se divide en dos tipos la parada de emergencia por falla del tipo mecánica y por falla del tipo eléctrica.

1.5.2.1 *Secuencia De Parada De Emergencia Eléctrica (86-E)*

a) Cierre válvula de ingreso

Para realizar el cierre de la válvula de ingreso la velocidad de la maquina debe ser menor al 80% de la velocidad nominal, la válvula procederá a cerrarse pasando por una posición intermedia y luego completamente cerrada

b) Sistema de lubricación (JOS)

Se inicia el sistema de lubricación (JOS), se debe verificar que la presión inicial del JOS se encuentre en Ok, la presión de inicio del LOS se debe encontrar de igual manera en Ok y la velocidad de la maquina debe ser menor al 20% de la velocidad nominal.

c) Aplicación de frenos

Se aplicaran los frenos para que la velocidad de maquina descienda al 1% de la velocidad normal.

d) Apagado de equipos

Se realiza la parada del sistema de lubricación (LOS, JOS), se apaga la bomba de recirculación de agua y se liberan los frenos.

e) Unidad en falla

En este paso la válvula de ingreso debe estar cerrada, las fallas deben estar despejadas al igual que el regulador de velocidad debe presentar un estado sin fallas, el interruptor principal debe encontrarse abierto y por último el relé 86-E debe estar en un estado de no operado.

Una vez que las condiciones del paso 5 sean revisadas y todas estén en orden la unidad esta lista para el arranque.



CAPÍTULO VI

PROCESOS DE MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V

Observaciones generales

Las inspecciones sirven para detectar, tan pronto como sea posible, fallos o defectos que surjan, para poder evitarlos mediante acciones correctivas, tales como reparación o sustitución de la parte defectuosa, así como posibles daños consecuenciales y su extensión a otros componentes.

El trabajo de mantenimiento sirve para proteger los componentes individuales contra daños y para mantener la central en buenas condiciones de operación durante el mayor tiempo posible.

Todo el trabajo de mantenimiento o reparación del equipo eléctrico debe ser llevado a cabo únicamente por personal autorizado y debidamente capacitado.

Cada vez que se realice un trabajo de mantenimiento o reparación, se deberá cumplir con un amplio chequeo por un técnico cualificado y competente antes de que el equipo sea puesto en servicio de nuevo.

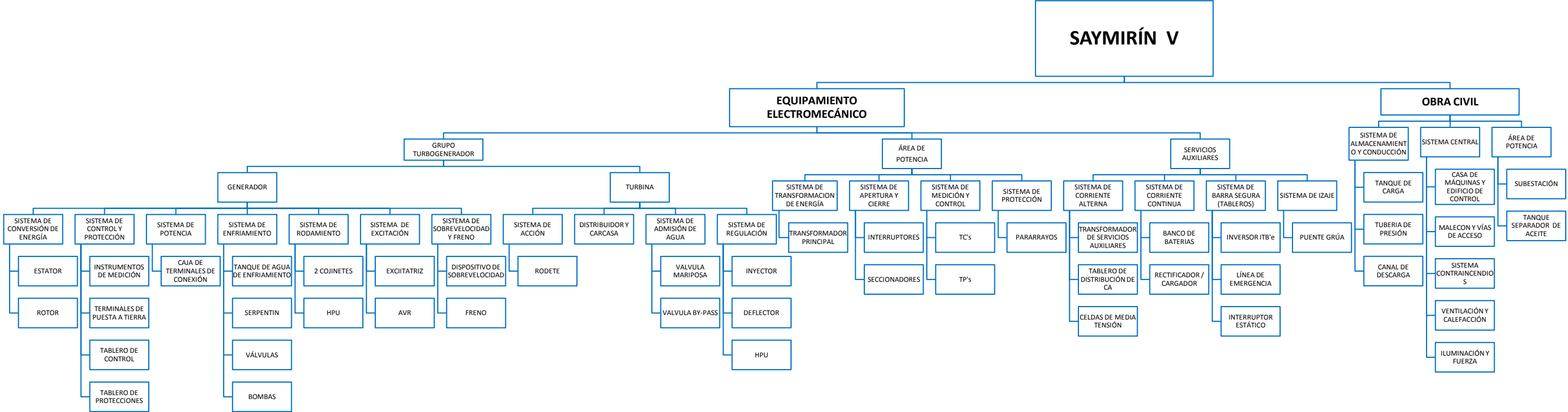
Para evitar accidentes por movimientos inadvertidos o por descuido, la válvula mariposa, la válvula By-pass y la turbina debe estar mecánicamente bloqueada.

Para llevar a cabo el proceso de mantenimiento se contará con el equipo, materiales y herramientas adecuadas.

A continuación se detalla una tabla resumen de los sistemas de la central, y luego encontramos las acciones de mantenimiento detalladas del Generador y sus subsistemas; en el Anexo encontramos las acciones de mantenimiento de los otros sistemas del equipamiento electromecánico.

Imagen	Significado
	Uso de casco obligatorio
	Uso de orejeras obligatorio
	USO de mascarilla obligatorio
	Uso de gafas
	Uso de arnés obligatorio
	Uso de guantes
	Uso de zapatos de seguridad
	Uso de mascara protectora
	Uso de guantes anti descarga
	Uso de zapatos anti descarga

Tabla 6. 1: Glosario de elementos de protección para el mantenimiento





MANTENIMIENTO DEL GRUPO TURBOGENERADOR

1 CÓDIGO: GT-G0000

2 ELEMENTOS:

Grupo turbogenerador – Generador - Sistema de conversión de energía - Estator y Rotor

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades para realizar el mantenimiento preventivo del estator y rotor de las dos unidades de generación de la Central.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar las acciones de limpieza y mantenimiento del estator y rotor la maquina debe encontrarse parada, desenergizada, los inyectores deben encontrarse cerrados, los deflectores deben estar actuados y los seccionadores deben encontrarse abiertos, de igual forma la válvula mariposa debe encontrarse cerrada con el enclavamiento mecánico.

5.1 GT-G0001: Limpieza

- Inspección visual completa de las bobinas del estator.
- Retirar el polvo, aceite, detritos u otros materiales que pudiesen causar perdida de aislamiento de las mismas.
Utilizar escobillas o paños limpios de algodón.
En caso de encontrar polvo no abrasivo, utilizar una aspiradora de polvo industrial con puntera fina, no metálica, o un paño seco.
Si se observa detritos impregnados de aceite o humedad retirarlos con un paño impregnado con solventes (agua o alcohol).
- Para condiciones de extrema suciedad se deberá utilizar un solvente líquido apropiado, esta acción debe ser realizada de la manera más rápida para no exponer por mucho tiempo las bobinas a solventes.
Una vez terminado el proceso anterior se debe secar completamente ya sea con un paño o con aire comprimido, cuidando de no topar las bobinas.

5.2 GT-G0002: Inspección de aislamientos

- Realizar una inspección visual y verificar los aislamientos de la bobina y de las conexiones.
- Verificar las fijaciones de los distanciadores, amarres, cuñas de ranuras, cintas y soportes.
- Verificar que las uniones no presenten rupturas, que no existen soldaduras deficientes, cortocircuito entre espiras y contra la masa en las bobina y en la conexiones. En caso de detectar alguna irregularidad consultar a WEG.

- Verificar de que todos los cables eléctricos se encuentren conectados adecuadamente y que todos los elementos de fijación de los terminales estén firmemente apretados, si fuese necesario realizar un reapriete.
- Una vez terminado todo el mantenimiento y para seguridad de funcionamiento se debe medir la resistencia de aislamiento.
- Si se presenta una pérdida de la resina que cubre a las bobinas ya sea por la limpieza u otro procedimiento, se debe retocar las partes afectadas con el material adecuado y consultado a WEG.

6 SEGURIDAD:

- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.
- Llevar todos los implementos de seguridad.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón
- ✓ Solventes (agua o alcohol), desengrasantes y dieléctricos
- ✓ Escobillas plásticas
- ✓ Brochas suaves
- ✓ Aspiradora industrial con puntas plásticas
- ✓ Compresor de aire
- ✓ Juego de llaves

8 PERIODICIDAD:

El mantenimiento del rotor y estator se realizará de forma anual, estas acciones duraran un total de 4 días por unidad de generación.

La inspección y control de las cuñas de ranura por recomendación del fabricante se realizaran cada 3 años de funcionamiento, con una duración de 1 día.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 6.1: Bobinas y terminales del estator

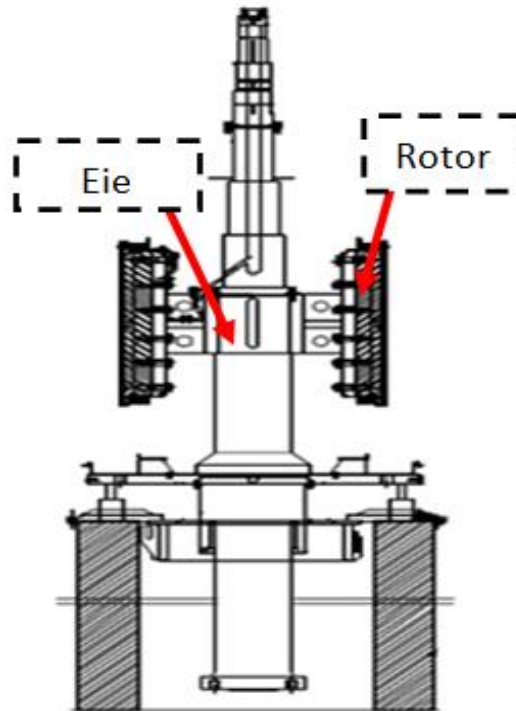




Fig. 6.2: Rotor del generador

10 RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE

 <p>PELIGRO</p> <p>La mayoría de los solventes actualmente usados es altamente tóxica y/o inflamable. Los solventes no deben ser aplicados en las partes rectas de las bobinas de los generadores de alta tensión, ya que pueden afectar la protección contra el efecto corona.</p>	 <p>ATENCIÓN</p> <p>Antes de poner nuevamente el generador en operación, en caso que el mismo haya permanecido por algún tiempo fuera de operación, es imprescindible medir la resistencia de aislamiento de las bobinas y asegúrese que los valores medidos atiendan los especificados.</p>
---	--



1 CÓDIGO: GT-E0000
2 ELEMENTO:

Grupo turbogenerador – Generador – Sistema de excitación y regulación - Excitatriz

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de instrucciones para llevar a cabo el mantenimiento preventivo del estado general de las excitatrices de los grupos de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar la acciones de limpieza y mantenimiento de la excitatriz la maquina debe encontrarse parada y desenergizada, de igual forma la válvula mariposa debe encontrarse cerrada y con el enclavamiento mecánico.

5.1 GT-E0003: Limpieza de bobinado

- Inspección visual completa de las bobinas de la excitatriz de cada generador.
- Retirar el polvo, aceite, detritos u otros materiales que pudiesen causar perdida de aislamiento de las mismas.
Utilizar escobillas o paños limpios de algodón.
En caso de encontrar polvo no abrasivo, utilizar una aspiradora de polvo industrial con puntera fina, no metálica, o un paño seco.
Si se observa detritos impregnados de aceite o humedad retirarlos con un paño impregnado con solventes adecuados.
- Para condiciones de extrema suciedad se deberá utilizar un solvente líquido apropiado, esta acción debe ser realizada de la manera más rápida para no exponer por mucho tiempo las bobinas a solventes.
Una vez terminado el proceso anterior se debe secar completamente ya sea con un paño o con aire comprimido.

5.2 GT-E0004: Verificación de aislamiento de bobinado

- Inspeccionar y verificar los aislamientos de las bobinas y de las conexiones.
- Verificar las fijaciones de los distanciadores, amarres, cuñas de ranuras, vendajes y soportes.
- Verificar que no se han presentado rupturas, que no existen soldaduras deficientes de conexiones, cortocircuito entre espiras y contra la masa en las bobina y en la conexiones. En caso de detectar alguna irregularidad consultar a WEG.
- Finalmente asegurarse de que todos los cables eléctricos estén conectados adecuadamente y que todos los elementos de fijación de los terminales estén firmemente apretados, si fuese necesario realizar un reapriete.
- Una vez terminado todo el mantenimiento y para seguridad de funcionamiento se debe medir la resistencia de aislamiento.

- Si se presenta una pérdida de la resina que cubre a las bobinas ya sea por la limpieza u otro procedimiento, se debe retocar las partes afectadas con el material adecuado y aprobado por WEG.

5.3 GT-E0005: TEST de los diodos

Se puede detectar una falla en los diodos a través del AVR, o se da un aumento de corriente de campo para una misma carga, para ello se sigue el siguiente procedimiento:

- Soltar los cables flexibles de los 6 diodos
- Utilizando un ohmímetro se debe realizar la medición de la resistencia de cada diodo en ambas direcciones.

Dirección	Resistencia óhmica	Estado
Directa	$<100\Omega$	Bueno
Indirecta	$\approx 1M\Omega$	
Directa	0Ω ó $>1M\Omega$	Defectuoso
Indirecta	0Ω ó $>1M\Omega$	

Tabla 6.2: Datos de diodos

En casos extremos es necesario aplicar la tensión nominal de bloqueo y/o circulación de corriente para detectar alguna falla, si las dudas del funcionamiento persisten, es mejor reemplazarlos.

5.4 GT-E0006: Sustitución de diodos

- Sustituir los diodos defectuosos o dañados por otros de similares características, respetando la posición de cada diodo ánodo y cada diodo cátodo.
- Corroborar que cada diodo sea suministrado con el cable de conexión aislado y con el terminal de conexión.
- Realizar la limpieza completa del disco disipador alrededor del agujero de montaje del diodo con un paño.
- Verificar que la rosca del diodo este limpia y libre de polvo u otro material contaminante.
- Colocar pasta térmica en los contactos.
- Instalar el diodo en su posición correcta utilizando una llave de torque respetando los torques de apriete recomendados en la siguiente tabla:

Rosca de la base del diodo (mm)	Llave del Torquímetro (mm)	Torque de Apriete (mm)
M12	24	10
M16	32	30
M24	41	60

Tabla 6.3: Tabla de torques para el apriete

- Una vez apretado los diodos conectar los cables de conexión.

5.5 GT-E0007: Sustitución de varistores:

Estos componentes los encontramos entre las dos mitades del disco del puente rectificador donde se instalan los diodos, éste los protege de una sobretensión.

Para testear su funcionamiento se utiliza un ohmímetro, la resistencia debe ser $\pm 20000\Omega$, si ésta es muy baja se lo debe sustituir aplicando el siguiente procedimiento recomendado por WEG:

- Sustituir los varistores dañados por otros nuevos de similares características, de acuerdo con la especificación del fabricante del generador.
- Primero hay que soltar el tornillo que lo fija al disco disipador y el tornillo que sujeta el puente de conexión del varistor al disco disipador contrario.
- Fijarse atentamente como han estado montados todos los componentes que lo rodean para luego instalarlos de la misma manera. (por seguridad se recomienda llevar una memoria fotográfica del desmontaje)
- Antes de montarlo asegurarse que todas las superficies de contacto de los componentes (discos, disipadores, calces, aisladores y varistor) estén niveladas y lisas para asegurar un perfecto contacto.
- Fijar el nuevo varistor apretando el tornillo q lo sujeta al disco disipador, solo lo suficiente ya que un excesivo apriete lo puede dañar o romper.
- Apretar el otro tornillo que fija el puente de conexión del varistor al disco disipador.

6 SEGURIDAD:

- Llevar todos los implementos de seguridad.
- Tener cuidado de topar conexiones.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón
- ✓ Solventes desengrasantes y dieléctricos
- ✓ Escobillas plásticas
- ✓ Brochas suaves
- ✓ Aspiradora industrial con puntas plásticas
- ✓ Compresor de aire
- ✓ Diodos de repuesto
- ✓ Ohmímetro
- ✓ Juego de llaves #24, #32 y #41
- ✓ Torquímetro
- ✓ Pasta térmica
- ✓ Varistores de repuesto
- ✓ Cámara fotográfica con pantalla.

8 PERIODICIDAD:

La limpieza de estos elementos se realizara con una periodicidad anual con una duración de 1 día por unidad.

La comprobación de aislamiento y test de funcionamiento se recomienda hacerlos cada tres años, o cuando se haya presentado algún tipo de falla que implique un paro de emergencia de la unidad, en caso de ser necesario realizar la sustitución.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO



Fig. 6.3: Excitatriz del generador

10 RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE



NOTA

La polaridad del diodo es indicada por una flecha en su carcasa. Al sustituir los diodos, asegúrese de que los mismos sean instalados en cada parte del disco disipador en la polaridad correcta.



ATENCIÓN

Es de fundamental importancia que el torque de apriete sea respetado y así los diodos no sean dañados durante el montaje.



1 CÓDIGO: GT-CJ0000

2 ELEMENTOS:

Grupo turbogenerador – Generador - Sistema de rodamiento - Cojinetes de empuje, axial y frenos.

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de instrucciones para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de los cojinetes de los grupos de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar la acciones de limpieza de y mantenimiento de los cojinetes la maquina debe encontrarse parada y desenergizada, los deflectores de la unidad deben encontrarse cerrados, además los HPU's del generador y de válvulas debe estar desenergizada y sin presión.

5.1 GT-CJ008: Limpieza:

- Se verificara visualmente el estado de la carcasa.
- Limpiar y retirar cualquier residuo de aceite o polvo utilizando un paño.
- Observar si existe alguna fuga por las conexiones de entrada y salida de aceite y cañerías hasta la unidad hidráulica de potencia de alta presión.
- Chequear el visor de nivel de aceite y verificar que la cantidad de aceite que se indica sea la aceptable. (lo aceptable esta \pm en la mitad del visor)

5.2 GT-CJ009: Registro de temperatura:

- Cada unidad de generación cuenta con detectores de temperatura de cojinetes para indicar eventuales sobrecalentamientos, por tanto hay que observar y registrar dichos valores, en caso de observar un valor inusual informar inmediatamente para corroborar valor en el sistema SCADA y proceder a un paro inmediato de la unidad.
- Para asegurarse que la temperatura indicada en el termómetro y el sistema esta correcto apuntar con un láser para medición de temperatura.
- Tomar valores medidos.

5.3 GT-CJ0010: Control de vibraciones

- Revisar que las conexiones eléctricas y comunicación de los medidores de vibración estén fijas para un adecuado control del equipo y por protección.

5.4 GT-CJ0011: Cambio de aceite

Para un óptimo funcionamiento de los cojinetes es muy importante realizar el cambio de aceite según lo indicado por el fabricante en la placa fijada al generador, hay que cuidar el tipo de aceite y cantidad.

Viscosidad de aceite	ISO VG 68
Cantidad	30 litros
Cambio de aceite	20.000 horas de trabajo
Flujo de aceite	24 l/min
Presión	1 bar

Tabla 6.4: Características y tiempo de cambio para el aceite de cojinetes

- Sin embargo si se presentase alguna alteración de las características del aceite se necesitará hacer un cambio inmediato.
- La viscosidad y pH del aceite se debe verificar anualmente.
 - El nivel de aceite debe siempre permanecer en el centro del visor.
- Verificar que todos los agujeros roscados no usados deben estar cerrados y ninguna conexión debe presentar pérdida alguna.
- En caso de hacer un desmontaje cuidar la colocación de todas las partes en su sitio.
- Cuando la maquina se encuentre detenida por mantenimiento o por una parada de emergencia se tomara una muestra de aceite.

5.5 GT-CJ0012: Freno

- Inspeccionar visualmente el estado de la caja de conexiones de control del freno, realizar la limpieza conjuntamente con la carcasa del generador.
- Aflojar los pernos de sujeción de la tapa de la caja, retirarla y revisar las conexiones internas, realizar el acople si fuese necesario, tapar la caja y asegurarse que este bien cerrada.
- Observar el estado de las pastillas del freno, una vez que presenten un desgaste cercano a la marca, realizar el reemplazo de las mismas con elementos de las mismas características.

6 SEGURIDAD:

- Llevar todos los implementos de seguridad.
- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón

- ✓ Solventes desengrasantes y dieléctricos
- ✓ Hojas de registro de nivel de aceite – registrar observaciones en caso de pérdida de aceite.
- ✓ Termómetro láser o termómetro de infrarrojo.
- ✓ Aceite ISO VG 68

8 PERIODICIDAD:

El control de vibraciones y temperatura se lo realizara de forma mensual y cada que se encienda la máquina, con una duración de 1 hora.

El cambio de aceite como dice la placa se debe realizar cada 20.000 horas de trabajo.

El control de la calidad del lubricante se debe realizar cada año.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:

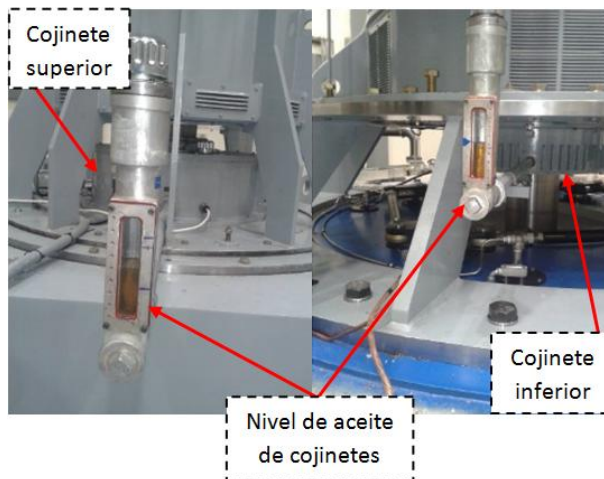



Tabla 6.5: indicadores de nivel de aceite de cojinetes del generador

10 RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE



ATENCIÓN
Las siguientes temperaturas deben ser ajustadas en el sistema de protección del cojinete **ALARMA 110°C - APAGADO 120°C**
La temperatura de alarma debe ser ajustada en 10°C por encima de la temperatura de régimen de trabajo, no sobrepasando el límite de 110°C.



1 CÓDIGO: GT-HPU0000

2 ELEMENTO:

Grupo turbogenerador – Generador - Sistema de rodamiento - High Pressure HPU Lub & Jacking Oil System

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de las unidades de lubricación a presión HPU's de las unidades de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Por parte del fabricante generalmente no recomienda abrir y reemplazar ningún componente, debido a que el sistema está configurado a una presión específica para garantizar la máxima eficiencia.

El control de fugas y temperatura se lo realizara con la maquina en funcionamiento, el cambio de aceite se lo efectuara con la unidad detenida.

5.1 GT-HPU0013: Verificación de temperatura y aceite

- Se verificara la temperatura del aceite observando los indicadores analógicos y registrar los valores.

5.2 GT-HPU0014: Fugas

- Verificar visualmente el estado de las tuberías y demás articulaciones de todos los accesorios cada mes y realizar el apriete si fuese necesario.
- Comprobar la presión del sistema con regularidad y ajustar si es necesario.
- Si se presenta alguna fuga de aceite verificar el estado de sellos de válvulas cuando la máquina no esté en funcionamiento, antes de comenzar con el cambio de sellos se debe verificar que el control de la maquina se encuentre en modo local para evitar inconvenientes.
- Utilice únicamente una franela o limpión para la limpieza de los componentes hidráulicos.

5.3 GT-HPU0015: Cambio de aceite:

- Se debe tomar una muestra de aceite SEMANALMENTE y observar sus propiedades.
- Si no se presenta ningún cambio en sus características se recomienda el cambio de aceite anualmente, en caso de presentase algún problema analizar el parámetro anormal con pruebas de laboratorio a diferentes muestras.

- Se debe tener cuidado para evitar la entrada de suciedad durante el relleno.
- No se debe llenar sobre el nivel establecido, ya que puede conducir a excesiva agitación y producirse una sobrepresión en los sellos.

6 SEGURIDAD:

- Llevar todos los implementos de seguridad.
- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.



→

7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón
- ✓ Aceite
- ✓ Envase plástico para muestra de aceite

8 PERIODICIDAD:

El control de la temperatura, la presión, se debe realizar diariamente.

Se tomaran muestras de aceite cada semana, y después de cada mantenimiento.

El cambio de aceite se recomienda hacerlo anualmente.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:

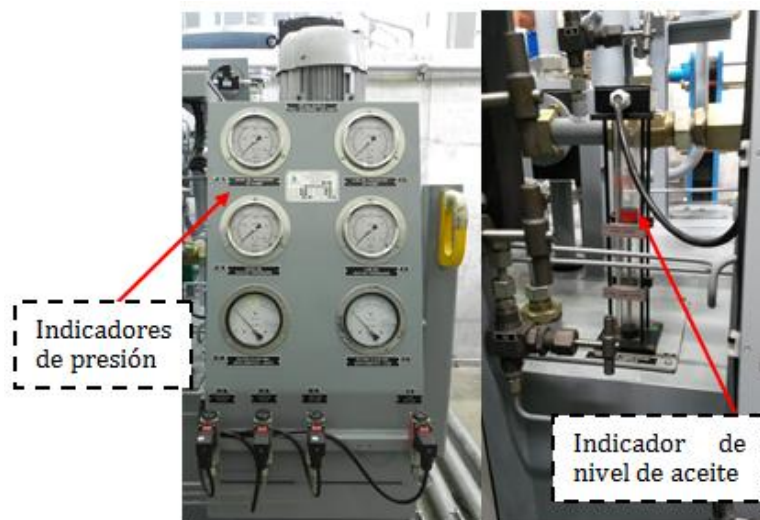


Fig. 6.4: Medidores de presión y nivel de aceite de HPU de generador

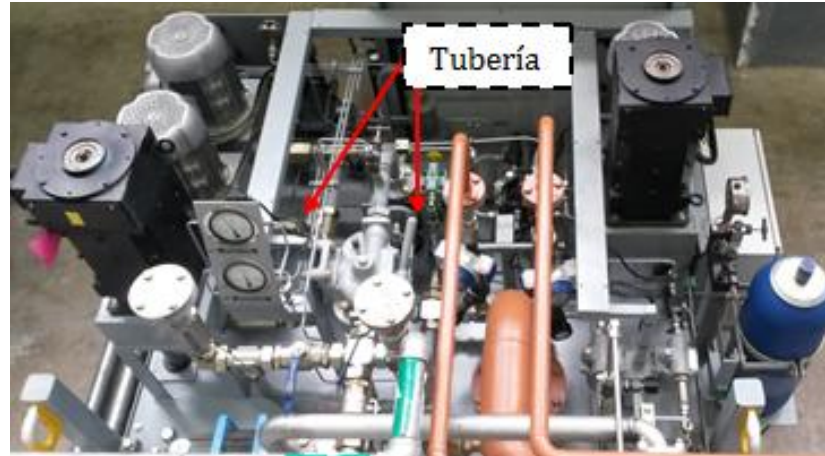


Fig. 6.5: Tuberías de HPU de generador



1 CÓDIGO: GT-RF0000

2 ELEMENTO:

Grupo turbogenerador – Generador - Sistema de refrigeración

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración de las dos unidades de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

La verificación de niveles y temperaturas del sistema de refrigeración se realizara con el sistema en funcionamiento.

Para realizar la limpieza del sistema de refrigeración se debe tener el tanque vacío, las válvulas se deben encontrar cerradas.

5.1 GT-RF0016: Verificación de niveles

- Inspeccionar el nivel de agua en el tanque de almacenamiento.
- Observar los indicadores de temperatura y nivel del tanque.
- Si se observa un nivel bajo de agua se procede a realizar el llenado del tanque.
- Se verificara la temperatura en la parte del circuito de aceite (debe encontrarse entre 40 - 49 °C).
- Se verificara la presión de la tubería que se encuentra hacia el HPU de turbina #1.
- Observar todas las cañerías para detectar alguna fuga o deterioro del material.
- Observar con atención el intercambiador de calor (serpentín), toda la estructura y en especial las uniones con la tubería.

5.2 Limpieza general

5.2.1 GT-RF0017: Tanque:

- Primero es necesario cerrar todas las válvulas de entrada y salida de agua.
- Para la limpieza del tanque es necesario vaciarlo abriendo la válvula de drenaje.
- Utilizar una manguera de agua a presión y eliminar todos los residuos de tierra y lodo que generalmente están asentados en el fondo del tanque.

5.2.2 GT-RF0018: Serpentín:

- Retirar la rejilla de mantenimiento para poder acceder al serpentín en la fosa o canal de descarga de la turbina.

- Desconectar el intercambiador de calor de acero inoxidable en su entrada y salida de agua, colocar la manguera a presión en la entrada y dar un golpe de agua para limpiar el interior del serpentín.
- Si se presenta algún problema o avería de la tubería informar inmediatamente para gestionar su reparación.

5.2.3 GT-RF0019: Carcasa:

- Cuidar que las rejillas de entrada de aire de la carcasa estén libres de algún tipo de insectos para permitir un flujo normal de aire al generador.
- Revisar el funcionamiento de los ventiladores de la casa de máquinas ya que estos permiten mantener una temperatura uniforme en toda la sala.

6 SEGURIDAD:

→ Llevar los siguientes implementos de seguridad.



7 MATERIALES:

- ✓ Manguera
- ✓ Cepillo o escobilla de nylon

8 PERIODICIDAD:

El control del nivel de agua se lo debe realizar diariamente.

La limpieza de los tubos del intercambiador y del tanque se lo debe realizar anualmente, o en casos en los que se pudiera presentar una suciedad excesiva en el tanque.

9 DIAGRAMA Y RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Circuito de Agua para Enfriamiento del Aceite de Lubricación de Generadores WEG

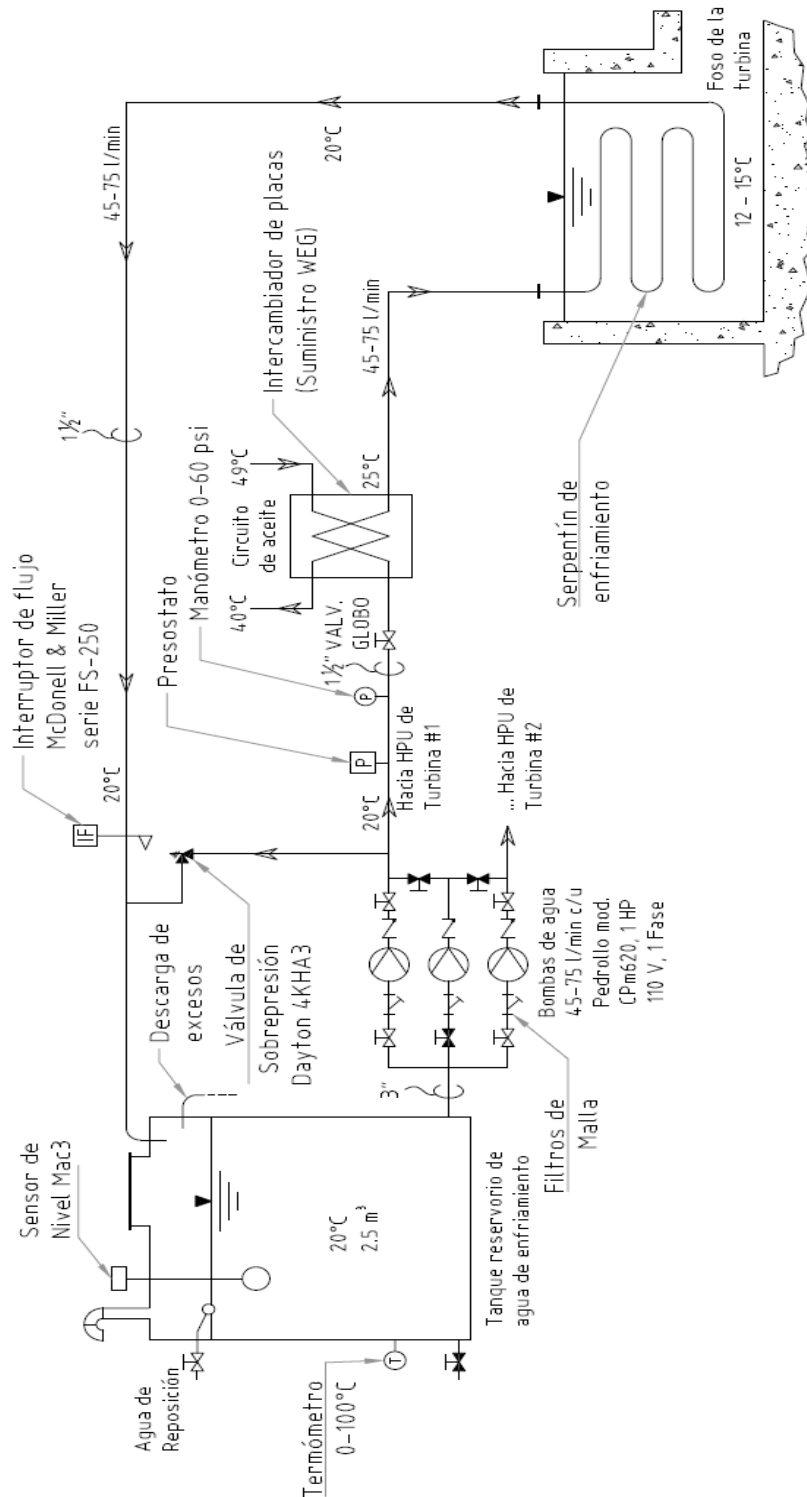


Fig. 6.6: Diagrama de sistema de refrigeración



1 CÓDIGO GT-PT0000

2 ELEMENTO:

Grupo turbogenerador – Generador - Sistema de potencia - Caja de conexión, terminales y puesta a tierra.

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades, acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de las cajas de conexión y los terminales de puesta a tierra de las dos unidades de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

El mantenimiento de las conexiones y ajuste de puesta a tierra se realiza con la maquina desenergizada.

5.1 GT-PT0020: Caja de conexión:

- Inspeccionar visualmente y manualmente el apriete de los pernos de la tapa de la caja de conexión.
- Aflojar los pernos y asegurar la tapa con un arnés al gancho del puente grúa para retirar la tapa de la caja.
- Limpiar el polvo dentro de la caja utilizando un paño de algodón.
- Si se observan detritos de óxido en los terminales retirarlos con un paño humedecido con solventes adecuados para este tipo de contaminación.
- Verificar que el apriete de las conexiones sea el adecuado, si se tiene algún elemento flojo realizar el apriete adecuado.
- Una vez terminada la limpieza colocar la tapa de forma original y cuidar que los pernos de sujeción estén apretados correctamente.

5.2 GT-PT0021: Terminales de puesta a tierra:

- Observar que las conexiones de puesta a tierra de carcasa, estén correctamente sujetas.
- El dispositivo de puesta a tierra del eje, que en nuestro caso es una escobilla, está conectada a la carcasa mediante un cable, por lo que se debe asegurar que la fijación del portaescobillas y dicha conexión con la carcasa están bien sujetas.
- Cuando se realice una parada de la unidad, es importante que se verifique el desgaste de la escobilla.
- Realizar el cambio de la escobilla cada 3 años (promedio de vida útil).

6 SEGURIDAD:

→ Llevar los siguientes implementos de seguridad.



7 MATERIALES:

- ✓ Juego de llaves de diferentes medidas
- ✓ Paño de algodón
- ✓ Solventes desengrasantes
- ✓ Control manual del puente grúa o botonera
- ✓ Arnés de carga

8 PERIODICIDAD:

La inspección de ajuste y desgaste de los terminales de puesta a tierra se lo debe realizar anualmente o cuando se haya producido un paro de la unidad, esta revisión tomara 1 día.

La limpieza de la caja de conexiones se debe realizar anualmente.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 6.7: Caja de conexiones y puesta a tierra del generador

1 CÓDIGO: GT-PC0000**2 ELEMENTOS:**

Grupo turbogenerador – Generador - Sistema de control y protección - Equipamientos de protección y control.

3 OBJETIVO

Establecer un instructivo para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de los estatores de las dos unidades de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Estas acciones se llevaran a cabo cuando el generador se encuentre desmontado para un mantenimiento total, la limpieza de la placa de mica o pantallas de los medidores se realizara con la maquina en funcionamiento.

5.1 GT-PC0022: Revisión de temperatura

- El generador está equipado con distintos equipos para tomas de temperatura, vibraciones y protección propia del equipo, los valores que presenten estos medidores deben ser tomados semanalmente a modo de archivo para comparación con los valores registrados en el SCADA.

5.2 GT-PC0023: Mantenimiento general

- Realizar la limpieza superficial de cada medidor usando un paño de algodón y verificar que los cables de conexión del display estén correctamente ajustados.
- Todos los equipos deben ser testeados anualmente mediante las teclas de operación para verificar que las lecturas estén correctas.
- Cuando se realice un mantenimiento total de la máquina, se debe hacer el desmontaje, limpieza general y prueba de cada equipo.
- Se realizara mediciones de tensión y continuidad en las conexiones de los tableros con el multímetro.

6 SEGURIDAD:

- Llevar todos los implementos de seguridad.
- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón
- ✓ Escobillas plásticas

8 PERIODICIDAD:

La lectura y registro de datos se lo debe llevar de forma diaria y con constancia en la hoja de ruta del operador.

La limpieza debe coincidir con la limpieza general de la carcasa del generador.

El testeo o prueba general de estos elementos se recomienda hacerlo anualmente.

El desmontaje se lo deberá realizar cada tres años, limpiar y testear cada equipo por seguridad.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:

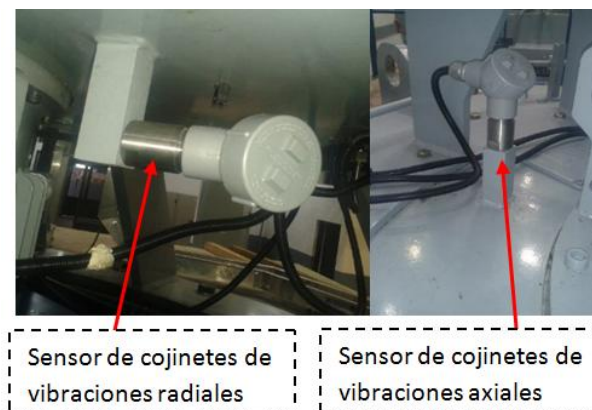


Fig. 6.8: Sensores de vibración de los cojinetes

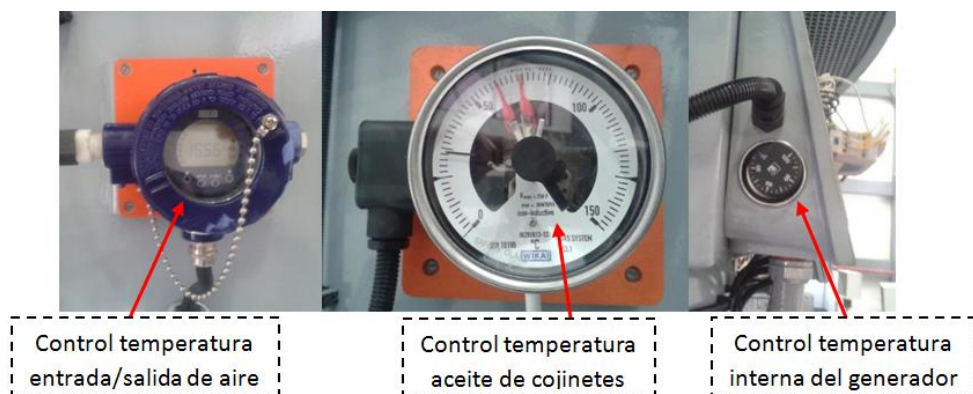


Fig. 6.9: Indicadores de temperatura del generador

CAPÍTULO VII

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAYMIRÍN V

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas programadas, agrupadas o no, siguiendo algún tipo de criterio y que incluye a una serie de equipos de la central que habitualmente no son todos.

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.

Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.

Las actividades que se realizan durante las paradas programadas. (Mantenimiento correctivo).

Todas las tareas o acciones preventivas son la base del plan de mantenimiento y están descritas en el capítulo anterior (para cualquier referencia), muchas de ellas se describen de manera general, otras son tomadas de las recomendaciones del fabricante y una parte de la propia experiencia del personal de mantenimiento de la empresa.

1 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

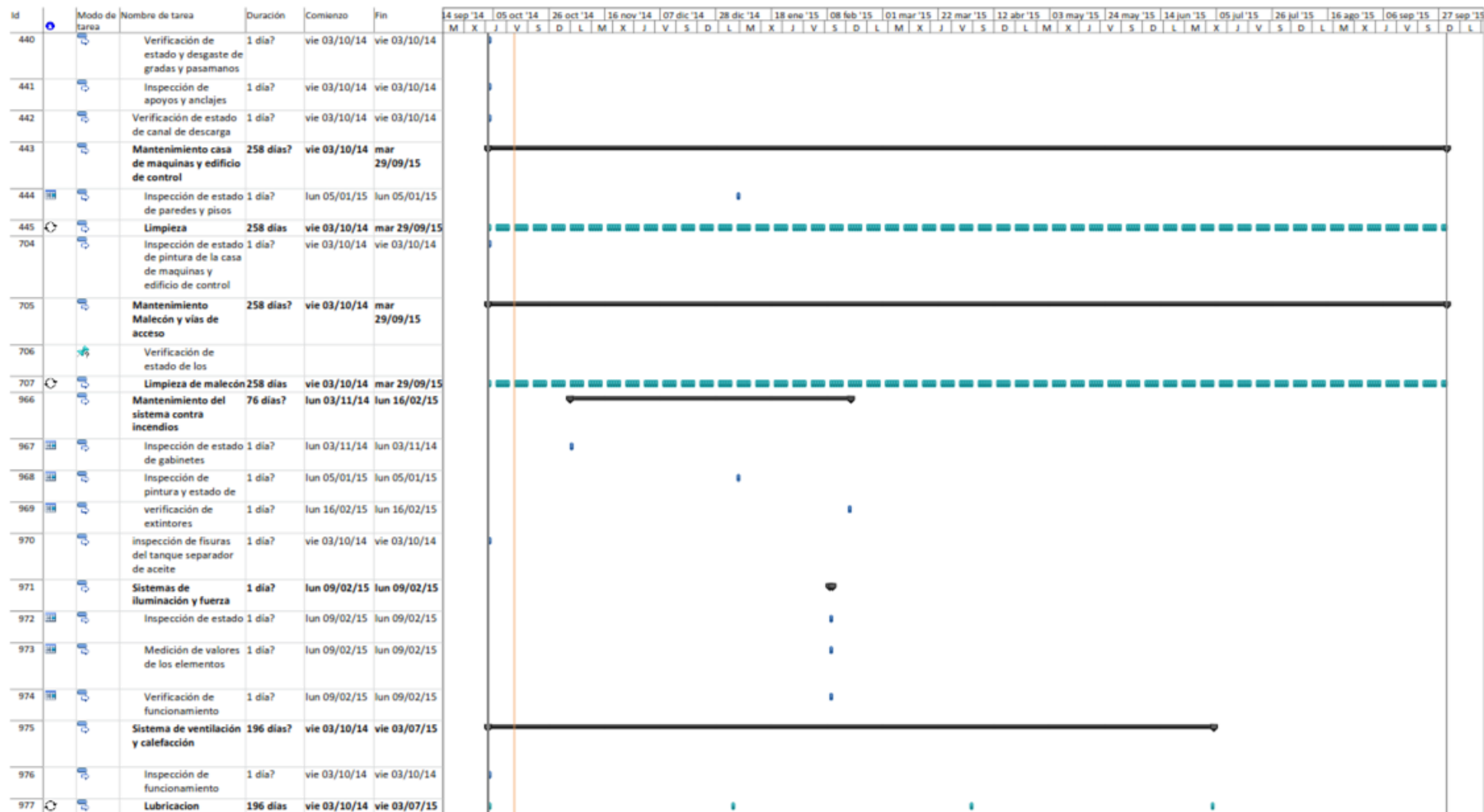
Para lograr los objetivos planteados, es necesario llevar un control total de la central, es por tal motivo que se ha desarrollado dos cronogramas de mantenimiento.

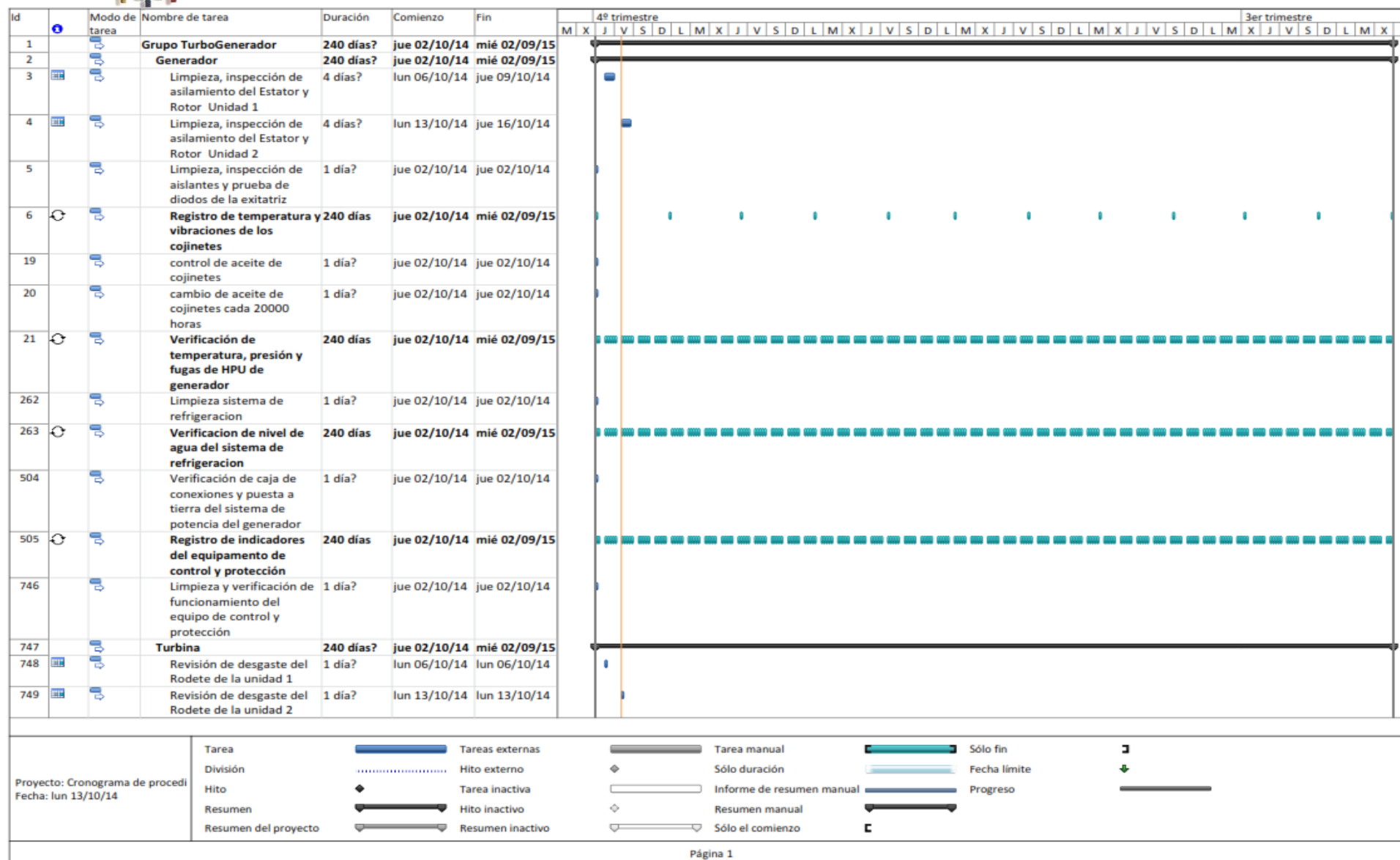
El primero es uno rutinario, es decir son todas las acciones ejecutadas por los operadores de la central, basándose en una interrelación entre el operador y el personal de mantenimiento; en éste se incluyen las tareas más simples como son revisiones visuales, limpieza, lubricación, ajustes, calibración y protección, con una frecuencia corta de ejecución desde diario hasta semanal. Este tipo de mantenimiento tiene una duración promedio de ejecución de entre 25 o 30 minutos diarios o entre 5 y 10% de la jornada de trabajo diario.

El segundo es un cronograma anual y es ejecutado por el equipo de mantenimiento de la central, el mismo que tiene la capacitación, experiencia y cuenta con toda la información del equipamiento, se caracteriza por tener actividades de inspección, chequeos, monitoreos, cambios de piezas y revisión de funcionamiento de elementos, con una frecuencia quincenal, mensual, trimestral, semestral, anual o en algunos casos por horas de trabajo.

La planificación y programación del cronograma de mantenimiento de Saymirín V se considera para un año calendario, empleándose las jornadas diarias de trabajo y los días hábiles que tenga la empresa; además para determinar la frecuencia se ha considerado principalmente las recomendaciones de los fabricantes y del personal de operación y mantenimiento de las centrales hidráulicas que pertenecen a ELECAUSTRO S.A.







2 SOFTWARE DE MANTENIMIENTO UTILIZADO EN ELECAUSTRO S.A.

En la empresa Electro Generadora del Austro S.A, en el área de mantenimiento se cuenta con un software de producción nacional que se denomina Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador (SisMAC) como un interfaz entre el operario, personal de mantenimiento y la parte administrativa.

Aquí se presenta una base de datos de las centrales y demás instalaciones pertenecientes a ELECAUSTRO, además en esta herramienta informática se registran todas las actividades de mantenimiento correctivo que se van realizando, sin embargo no se le da un uso de acuerdo a todas las bondades que presenta este software y que se describen a continuación:

2.1 Arquitectura y Características del SisMAC⁹

El Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador SisMAC constituye una herramienta que ayuda a maximizar la disponibilidad de los bienes e instalaciones y reducir costos de mantenimiento, presenta diversas posibilidades dando al usuario la facilidad para vincular información gráfica tanto al inventario técnico de las instalaciones y equipos, como a las labores de mantenimiento, de manera que hablar de información ya no es únicamente visualizar listados de texto, sino que podemos tener en pantalla una visión clara e ilustrada de lo que queremos controlar.

2.2 Descripción general del entorno SisMAC.

Una vez que se ingresa al programa aparece la ventana principal en la parte central del escritorio y la barra de acceso rápido en la parte superior derecha del escritorio.



Fig. 7.1: Ventana principal (izq), barra de acceso rápido (der).

⁹ www.cyvingeneria.com www.sismac.net

La ventana principal SisMAC muestra un menú compuesto por íconos relacionados con los módulos y opciones principales que se describe a continuación:



Fig. 7.2: Módulos, Submódulos, Utilitarios y Seguridad del SISMAC.









Ícono	Descripción
	Instalaciones (inventario técnico)
	Fichas técnicas
	LBR (Lista base de recambios)
	Mantenimiento
	Inventarios de materiales y repuestos
	Compras (adquisiciones)
	Activos fijos
	Personal

Tabla 7.1: Módulos principales





Ícono	Descripción
	Global (vista global de información)
	Gráficos (referencias gráficas.)
	Documentos (documentación técnica)
	Informes (reportes gerenciales)

Tabla 7.2: Utilitarios




Ícono	Descripción
	Ingreso
	Parámetros
	Consulta

Tabla 7.3: Submódulos

Instalaciones: Inventario técnico de bienes a mantener.

Documentación técnica: Vinculación de manuales, planos, referencias gráficas y video al inventario de instalaciones.

Fichas técnicas de datos: (Datos de placa, operación) predefinidas, y nuevas configurables por el usuario.

Lista base de recambios: Información de materiales y repuestos vinculados al inventario de instalaciones.

Interfaz gráfica: Almacenamiento de imágenes y video, relacionada con la información de todos los módulos.

Personal técnico: Programación de actividades relacionadas con órdenes de trabajo, calendario de vacaciones, datos técnicos (Especialidad, participación en la gestión, etc), parametrización de tipos de especialistas, costo / hora especialista, evaluación de carga de trabajo y desempeño.

Banco predefinido y configurable de Tareas de **Mantenimiento**.

Programación paramétrica de tareas y rutinas de mantenimiento: de acuerdo a naturaleza y modos de operación definidos por el usuario (Horas operadas, Número de arranques, Km recorridos, etc.).

Solicitudes de trabajo: Lanzamiento, seguimiento, evaluación.

Ordenes de trabajo:

Programación y lanzamiento de acuerdo a la naturaleza del trabajo (Preventivas, correctivas, etc.)

Planificación y costeo de recursos (mano de obra, materiales / repuestos, herramientas, contratación externa)

Factibilidad de ejecución.

Registro de fallas, motivos de retraso de la OT, motivos de parada.

Cronogramas de rutinas y órdenes de trabajo.



Seguimiento de órdenes de trabajo según su estado.

Programación y Control de contadores: Ingreso personalizado, cálculo automático de carga de trabajo y próxima lectura / fecha de ejecución de tareas y rutinas.

Informes técnicos: De distinta naturaleza en los diferentes módulos, de acuerdo a selección de parámetros de consulta.

Índices de mantenimiento: Disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, etc.

Informes gerenciales: Estadísticas y costos relacionados con la gestión del mantenimiento.

Seguridad: Perfiles de usuario parametrizables por el Administrador del sistema, para acceso a cada módulo y sus diferentes submódulos.

Herramientas de administración:

SisMAC Administrador. Configuración de Servidor, ruta de acceso, opciones multiusuario y utilidades.

SisMAC Interfaz. Interfaz de datos con otras aplicaciones existentes en LA EMPRESA CONTRATANTE cliente (Inventarios de bodega, Compras, Activos fijos, Contabilidad, personal y nómina, aplicaciones técnicas, etc.)

SisMAC Server. Tareas automatizadas (registro histórico, actualización de recursos de Ots, etc.).

2.3 Características principales del SisMAC

Este software es totalmente paramétrico, lo que permite al usuario definir cualquier tipo de activo a mantener, por ejemplo: maquinaria, vehículos, edificios, equipos de oficina y todo lo que el usuario crea conveniente y necesite programar y controlar su mantenimiento.

Utiliza un código de estructura inteligente y jerárquica, que permite ubicar los diferentes bienes a mantener. Este tipo de código utiliza una secuencia lógica de niveles de información.

1.-Localizaciones (Ubicaciones principales),

2.- Áreas (Dependencias),

3.- Sistemas (Vehículos, Maquinarias),

4.- Equipos (Motor de combustión, Sistema eléctrico, etc),

5.- Componentes,

6.- Elementos, ligados con un banco estándar de familias de bienes/equipos.

El inventario y su filosofía de jerarquización de bienes / instalaciones a mantener constituye la columna vertebral donde se apoya toda la información que maneja el SisMAC en el resto de módulos. Crea vínculos entre el área técnica y el área financiera (activos fijos, centros de costos, etc.), lo que facilita la realización de un sin fin de análisis técnico-financieros.

Permite asignar calendarios y programas de mantenimiento para cada una de las instalaciones.

Permite desglosar los bienes / equipos con sus respectivos códigos para facilitar los pedidos de compra.

Permite vincular materiales / repuestos / herramientas existentes en bodega con cada uno de los equipos y asignarlos a cada una de las tareas de mantenimiento de los mismos.

2.4 SisMAC en ELECAUSTRO S.A.

En la empresa se tiene ya definida una organización jerárquica de todas las centrales e instalaciones que dispone, y se presenta en las siguientes imágenes:

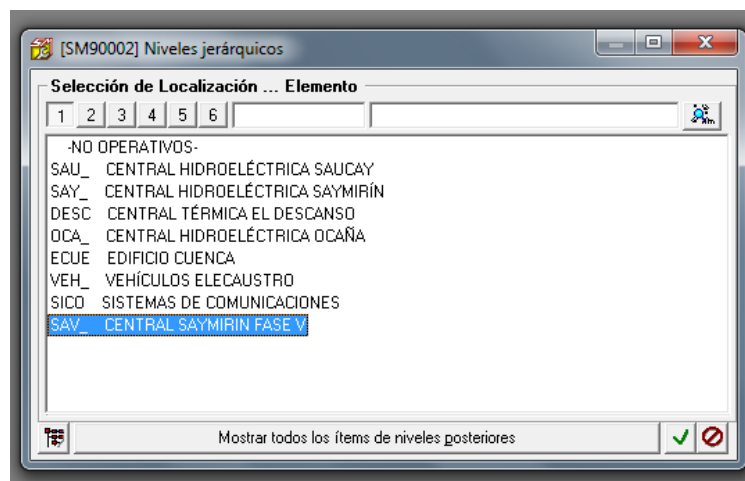


Fig. 7. 3: Niveles Jerárquicos

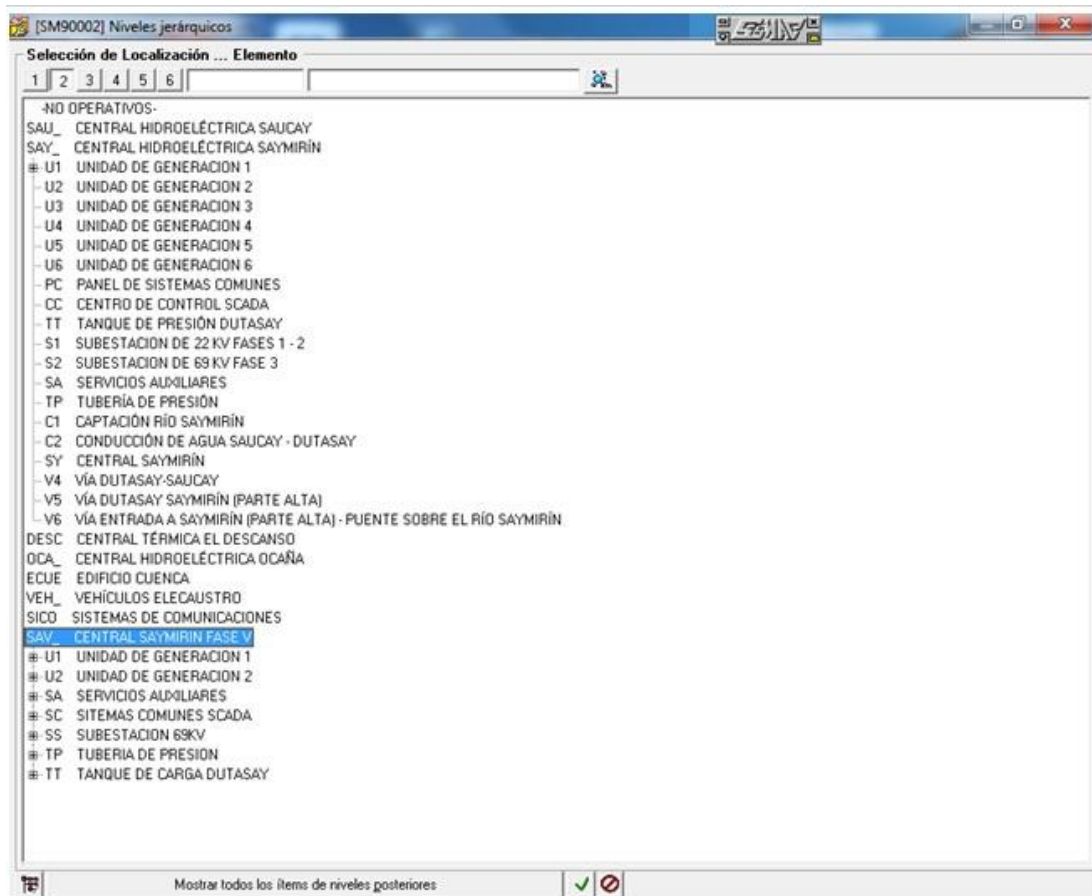


Fig. 7. 4: Niveles Jerárquicos

A continuación se muestra una plantilla en formato *.xlsx, en la que constan cuatro niveles de información, siendo estos: localización, sección, sistemas y equipos, conformando la base de datos inicial de la nueva Central Hidroeléctrica Saymirín Fase V, que a su vez se configura por parte de la DIPRO en el software de la empresa.

Se pretende además que la información técnica detallada y gráfica de los equipos descrita en los capítulos anteriores, así como la programación del mantenimiento de los mismos sea cargada en el SisMAC cuando sea necesario, para lograr una retroalimentación de información de los equipos aprovechando todas las bondades que presta este software.

Código	Abreviatura	Significado
Id1A	cod.alf.loc	Código alfanumérico locación
Id2A	Cod.Alf.Sec	Código alfanumérico sección
Id3A	Cod.Alf.Sis	Código alfanumérico sistema
IdF3	Fam.Sis.	Familia de Sistema
IdT3	Tip.Sis.	Tipo de sistema
IdC3	Cla.Sis	Clase de sistema
Nm3	Desc.Sistemas	Descripción del sistema
Nm3F	Desc. De fabricante	Descripción del fabricante
IdCC	C.costo	Costos
IdDpto	Depto resp.	Departamento responsable
IdSecc	Seccon resp.	Sección responsable
CH	CH	Centrales Hidráulicas
MNTO	MNTO	Mantenimiento

Tabla 7.4: código y significado de la plantilla del SisMAC



Id1A	Id2A	Id3A	IdF3	IdT3	IdC3	Nm3	Nm3F	IdCC	IdDpto	IdSecc
Cod.Alf.Loc.	Cod.Alf.Sec	Cod.Alf.Sis.	Fam.Sis.	Tip.Sis.	Cla.Sis.	Desc. Sistemas	Desc. de Fabricante	C.Costo	Depto resp.	Sección resp.
SAV	U1	TUR1				TURBINA1			CH	MNTO
SAV	U1	GEN1				GENERADOR 1			CH	MNTO
SAV	U1	HPU1				unidad hidraulica de potencia				
SAV	U1	VM1				valvula mariposa				
SAV	U1	VBP1				valvula By-pass				
SAV	U1	PCG1				PANEL DE CONTROL PLC G1			CH	MNTO
SAV	U1	PPG1				PANEL DE PROTECCIONES G1			CH	MNTO
SAV	U2	TUR2				TURBINA2			CH	MNTO
SAV	U2	GEN2				GENERADOR 2			CH	MNTO
SAV	U2	HPU2				unidad hidraulica de potencia				
SAV	U2	VM2				valvula mariposa				
SAV	U2	VBP2				valvula By-pass				
SAV	U2	PCG2				PANEL DE CONTROL PLC G2			CH	MNTO
SAV	U2	PPG2				PANEL DE PROTECCIONES G2			CH	MNTO
SAV	SA	BS				BARRA SEGURA			CH	MNTO
SAV	SA	CMT				celdas de media tencion				
SAV	SA	SI				SISTEMA DE ILUMINACION			CH	MNTO
SAV	SA	SF				SISTEMA DE TOMACORRIENTES			CH	MNTO
SAV	SA	SV				SISTEMA DE VENTILACION			CH	MNTO
SAV	SA	STA				SISTEMA TRANSFORMADOR AUXILIAR			CH	MNTO
SAV	SA	SCI				SISTEMA CONTRA INCENDIOS			CH	MNTO
SAV	SA	GRU				PUENTE GRUA			CH	MNTO
SAV	SS	ST				SISTEMAS DE TRANSFORMADOR			CH	MNTO
SAV	SS	SP				SISTEMAS EQUIPOS DE PATIO			CH	MNTO
SAV	TT	SM				SISTEMA DE MEDICION			CH	MNTO
SAV	TT	SCT				SITEMA DE COMPUERTAS			CH	MNTO
SAV	TP	STT				SISTEMAS DE TUBERIAS			CH	MNTO
SAV	TP	BDA				BLOQUES DE ANCLAJE			CH	MNTO

Tabla 7. 5: Plantilla Del SisMAC de sistemas

3 ORDEN DE TRABAJO

Para determinar cada tarea y a su vez una orden de trabajo debe considerarse además otra información referente a ella, puede ser la frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla, entre otras, nosotros consideraremos las siguientes:

Frecuencia: que a su vez puede se puede fijar

- Siguiendo periodicidades fijas
- Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válida; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y que otras tareas, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Así, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que por tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Y por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso.

No es fácil fijar unos criterios para establecer las tareas de mantenimiento. Teóricamente, una tarea de mantenimiento debe realizarse para evitar un fallo, con lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo que transcurre hasta el momento del fallo si no se actúa de ninguna forma en el equipo.

El problema es que normalmente no se dispone de datos estadísticos para hacer este estudio, ya que en muchos casos significaría llevar los equipos a rotura para analizar cuanto aguantan; en otros, realizar complejas simulaciones del comportamiento de materiales, que no siempre están al alcance del departamento de mantenimiento de una instalación.

Así que es necesario buscar criterios globales con los que fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos, es de esta manera como está fijado el siguiente plan de mantenimiento.

Especialidad: en la elaboración del plan de mantenimiento es conveniente diferenciar las tareas que realizan unos profesionales u otros, de forma que al generar las órdenes de trabajo correspondientes no se envíe al especialista eléctrico lo que debe realizar el especialista mecánico y viceversa.

Las especialidades más habituales de las tareas que componen un plan de mantenimiento son las siguientes:

- **Operación.-** Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por el personal que realiza la operación de la instalación, y normalmente se trata de inspecciones sensoriales que se realizan muy frecuentemente, lecturas de datos, limpieza general y en ocasiones trabajos de lubricación.
- **Mecánica.-** Las tareas de este tipo requieren especialistas en montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos, etc.
- **Electricidad.-** Los trabajos de este tipo exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión.
- **Instrumentación.-** Los trabajos de este tipo están relacionados con profesionales con formación en electrónica, y además, con una formación específica en verificación y calibración de instrumentos de medida.
- **Predictivo.-** Esta especialidad incluye termografías, boroscopías, análisis de vibraciones, etc. Los profesionales que las llevan a cabo son generalmente técnicos especialmente entrenados en estas técnicas y en las herramientas que utilizan para desarrollarlas.
- **Mantenimiento legal.-** En muchas ocasiones se requiere que para llevar a cabo determinadas tareas de carácter obligatorio recogidas en normativas en vigor sea necesario tener determinadas acreditaciones. Además, es muy habitual contratar con empresas externas, poseedoras de dichas acreditaciones, estos mantenimientos.
- **Limpieza técnica.-** La fuerte especialización que requiere este trabajo, junto con las herramientas que se emplean hace que se trate de conocimientos muy específicos que además normalmente se contratan con empresas externas.
- **Obra civil.-** No es habitual que el personal de plantilla realice este tipo de trabajos, por lo que para facilitar su programación, realización y control puede ser conveniente crear una categoría específica.

Duración: La estimación de la duración de las tareas es una información complementaria del plan de mantenimiento. Siempre se realiza de forma aproximada, y se asume que esta estimación lleva implícito un error por exceso o por defecto.

Máquina parada o en marcha: Para llevar a cabo una tarea de terminada puede ser conveniente que el equipo, el sistema al que pertenece o incluso toda la planta estén paradas o en marcha. Resulta útil que esta acotación esté indicada en el plan de mantenimiento, ya que facilita su programación.



ORDEN DE TRABAJO DIARIA								
ACTIVIDADES								
ORDEN CRONOLÓGICO	CÓDIGO ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO PROCEDIMIENTO		TIEMPO (MIN)	LOCALIZACIÓN	FRECUENCIA	
1	GT-HPU0000	VERIFICACION DE TEMPERATURA PRESIÓN Y FUGAS DEL HPU DEL GENERADOR	GT-HPU0013	TEMPERATURA HPU	20	CASA MÁQUINAS	DE	DIARIA
			GT-HPU0014	PRESIÓN Y FUGAS HPU				
2	GT-PC0000	REGISTRO DE INDICADORES DEL EQUIPAMIENTO DE CONTROL Y PROTECCIÓN	GT-PC0022	INSPECCIÓN DE TEMPERATURAS	10	CASA MÁQUINAS	DE	DIARIA
3	GT-INY0000	INSPECCIÓN DE TESTIGOS DE INYECTORES	GT-INY0031	NIVEL DE ACEITE EN TESTIGO DE AGUA	5	CASA MÁQUINAS	DE	DIARIA
				NIVEL DE AGUA EN TESTIGO DE ACEITE				
4	GT-RF0000	VERIFICACIÓN DE NIVEL DE AGUA	GT-RF0016	NIVEL DE TANQUE DE REFRIGERACIÓN	10	PARTE POSTERIOR CASA MÁQUINAS AREA	DE DE	DIARIA
5	SA-TSAV000	FUGAS EN VÁLVULA DE TSA	SA-TSAV009	FUGA DE ACEITE	5	TABLEROS CONTROL	DE	DIARIA
6	SA-PG000	INSPECCIÓN PUENTE GRÚA	SA-PGB029	INSPECCION BOTONERA	5	CASA MÁQUINAS	DE	DIARIA
REQUERIMIENTOS Y OBSERVACIONES								
TODAS LAS ACTIVIDADES SE REALIZARÁN CON LA MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO.								
SE DEBERAN TOMAR EN CUENTA TODAS LAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD DE CADA ACTIVIDAD.								
RESPONSABLE (S):								
OPERADOR DE CENTRAL								
MATERIALES								
HOJA DE REGISTRO CÁMARA TERMOGRÁFICA								
TIEMPO TOTAL ESTIMADO						45 MINUTOS		



ORDEN DE TRABAJO SEMANAL							
ACTIVIDADES							
ORDEN CRONOLÓGICO	CÓDIGO ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO PROCEDIMIENTO		TIEMPO (MIN)	LOCALIZACIÓN	FRECUENCIA
1	GT-HPU0000	TOMA DE MUESTRA DE ACEITE Y ANÁLISIS PREDICTIVO	GT-HPU0015	ACEITE: MUESTRA	30	CASA MÁQUINAS	DE SEMANAL
2	GT-INY0000	INYECTORES: INSPECCIÓN	GT-INY0031	FUGAS	60	CASA MÁQUINAS	DE SEMANAL
REQUERIMIENTOS Y OBSERVACIONES							
TODAS LAS ACTIVIDADES SE REALIZARÁN CON LA MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO.							
RESPONSABLE (S):							
PERSONAL DE MANTENIMIENTO							
MATERIALES							
ENVASE PLÁSTICO PARA MUESTRA HOJA DE REGISTRO							
TIEMPO TOTAL ESTIMADO					90 MINUTOS		



ORDEN DE TRABAJO ANUAL

PARA CADA UNIDAD DE GENERACIÓN
ACTIVIDADES

ORDEN CRONOLÓGICO	CÓDIGO ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO PROCEDIMIENTO	TIEMPO (DÍAS)	LOCALIZACIÓN	FRECUENCIA
1	GT-G0000	LIMPIEZA GENERAL: CARCASA, ROTOR Y ESTATOR DE G1	GT-G0001	LIMPIEZA	4	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
2	GT-PC0000	LIMPIEZA GENERAL: EXITATRIZ	GT-E0003:	LIMPIEZA DE BOBINADO	1	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
3	GT-CJ0000	CAMBIO DE ACEITE COJINETES	GT-CJ0000	CAMBIO DE ACEITE	1	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
4	GT-HPU0000	CAMBIO DE ACEITE HPU DEL GENERADOR	GT-HPU0015	CAMBIO DE ACEITE	1	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
5	GT-RF0017	LIMPIEZA SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	GT-RF0017	TANQUE	0.5	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
6	GT-PT0000	CAJA DE CONEXIÓN Y TERMINALES DE PUESTA A TIERRA	GT-PT0020	SERPENTIN	0.25	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
7	GT-CAR0000	CARCASA TURBINA	GT-PT0020	CAJA DE CONEXIÓN PUESTA A TIERRA	0.1	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
8	GT-REJ0000	REJILLA DE MANTENIMIENTO	GT-CAR0024	CORROSIÓN	0.1	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
9	GT-INY0000	INYECTORES	GT-CAR0025	AJUSTE	0.1	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
10	GT-DEF0000	DEFLECTORES	GT-REJ0026	CORROSIÓN	0.5	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
11	GT-HPU0000	HPU	GT-INY0032	DESGASTE	0.25	CASA MÁQUINAS DE ANUAL
12	AP-TP000	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	GT-INY0033	INSPECCIÓN TRANSDUCTOR DE	1	SUBESTACIÓN ANUAL
13	AP-TPR000	TRANSFORMADOR DE POTENCIA: GEL SILICIO	GT-DEF0034	DESPLAZAMIENTO	0.1	SUBESTACIÓN ANUAL
			GT-DEF0035	FUGAS		
			GT-DEF0036	DESGASTE		
			GT-DEF0037	ACTUADOR DEL DEFLECTOR		
			GT-HPU0038	TRANSDUCTOR DE POSICIÓN		
			GT-HPU0039	LIMPIEZA		
			GT-HPU0040	AJUSTE		
			AP-TP001	FUGAS		
			AP-TP002	PINTURA		
			AP-TP003	AJUSTE DE PERNOS		
			AP-TP004	CORROSIÓN REFUERZO		
			AP-TP005	FUGAS REFUERZO		
			AP-TPB006	DUCTOS Y BARRAS		
			AP-TPR008	BUSHINGS		
			AP-TPR009	COLOR DEL GEL SILICIO		
				NIVELES DE ACEITE		



14	AP-TPE000	TRANSFORMADOR DE POTENCIA: RADIADOR	AP-TPE010	LIMPIEZA DE RADIADOR	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
15	AP-TPC000	TRANSFORMADOR DE POTENCIA: PANEL	AP-TPE011	REVISIÓN BOMBA DE ACEITE	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
16	AP-TPC000	TRANSFORMADOR DE POTENCIA: ACEITE	AP-TPC013	REVISIÓN DEL PANEL DE CONTROL	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
17	AP-TPI000	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	AP-TPA015	VERIFICACIÓN DE ACEITE	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
18	AP-TPI000	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	AP-TPI018	DE-ENERGIZED TAP CHANGERS (DETC)	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
19	AP-TPRB000	RELÉ BUCHOLZ	AP-TPI019	ON LOAD TAP CHANGER (OLTC)	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
20	AP-AYC000	SISTEMA DE APERTURA Y CIERRE. VERIFICAR FUNCIONAMIENTO	AP-TPT020	INDICADORES	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
21	AP-TCTP000	SISTEMA DE MEDICIÓN	AP-TPT020	RESISTIVE TEMPERATURE DETECTOR (RTD)	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
22	AP-SPP000	SSITEMA DE PROTECCIÓN	AP-TPRB022	INSPECCIÓN	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
23	SA-TSA000	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES	AP-AYCI000	INTERRUPTORES	0.5	SUBESTACIÓN	ANUAL
24	SA-CCBB 000	BANCO DE BATERIAS	AP-AYCS000	SECCIONADORES	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
25		TABLEROS CC y CA	AP-TCTP038	INSPECCIÓN	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
26	SA-PGG000	PUENTE GRÚA	AP-SPP040	INSPECCIÓN	0.1	SUBESTACIÓN	ANUAL
			SA-TSA001	LIMPIEZA			
			SA-TSAB000	BUJES	0.5	AREA POTENCIA	DE ANUAL
			SA-TSAR006	RADIADOR			
			SA-TSAT007	INDICADORES			
			SA-CCBB 015	LIMPIEZA	0.25	AREA POTENCIA	DE ANUAL
				LIMPIEZA	1	AREA POTENCIA	DE ANUAL
			SA-PGG000	INSPECCIÓN DE FUNCIONAMIENTO GENERAL	0.5	CASA MAQUINAS	DE ANUAL

REQUERIMIENTOS Y OBSERVACIONES

TODAS LAS ACTIVIDADES SE REALIZARÁN CON LA MAQUINA PARADA.

SE DEBE TOMAR LA PRECAUCIÓN DE QUE LAS CONCEXIONES ELÉCTRICAS ESTEN DEBIDAMENTE SECCIONADAS.

LA VÁLVULA MARIPOSA DEBE ESTAR CERRADA Y CON EL ENCLAVAMIENTO MECÁNICO COLOCADO.

SE DEBERAN TOMAR EN CUENTA TODAS LAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD DE CADA ACTIVIDAD.

RESPONSABLE (S):

JEFE DE CENTRAL

GRUPO DE MANETNIMIENTO

OPERADOR DE CENTRAL

TIEMPO TOTAL ESTIMADO5 DÍAS

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1 CONCLUSIONES

- El haber desarrollado el presente trabajo conjuntamente con el avance de las obras tanto civiles como el equipamiento electromecánico, nos permitió ir conociendo parte por parte la constitución de toda la Fase V de la central Hidroeléctrica Saymirín.
- Ya recopilados una gran cantidad de datos, se ha logrado determinar el funcionamiento y la importancia en conjunto de todos los componentes que encontramos desde la toma de agua para generación hasta las instalaciones mismas de la central.
- Además para poder comprender toda la estructura de la central, fue importante reforzar los conocimientos teóricos, ir concibiendo la idea de su funcionamiento y también lo que la diferencia de otras centrales de su tipo, así poder determinar el mantenimiento que ésta puede requerir ya en su etapa de operación.
- Habiendo tenido la oportunidad de hacer un reconocimiento de las tareas que cumplen los operadores en la central, se logró definir el proceso de operación en el arranque y parada de las dos unidades de generación que se sigue específicamente para esta central, además de determinar otras acciones importantes que un operador siempre debe tener en cuenta en su turno de trabajo.
- Debido a la automatización que esta central presenta, el entorno gráfico en el sistema de control SCADA y los diferentes displays que se encuentran a lo largo de toda la central en casi todos los equipos, permiten que el operador pueda realizar su tarea de registro de datos de manera fácil, ordenada y rápida.
- Esta central supone una generación continua a su máxima potencia y el mayor tiempo posible, es por eso que en caso de presentarse algún tipo de problema automáticamente el sistema actúa protegiendo tanto las instalaciones como los operadores y demás personal que se encuentra en sitio, sin embargo el operador de la central se debe capacitar y contar con una secuencia a seguir en cualquier caso de emergencia la misma que está desarrollada en el capítulo V.
- Hoy en día la tecnología y los softwares permiten un control adecuado de todas las acciones que desarrolla el personal y así mantener los elementos a los tiempos establecidos puntualmente, por eso la información puede ser cargada en diversos dispositivos y específicamente en el programa que maneja ELECAUSTRO para sus acciones de mantenimiento SisMAC.
- Finalmente se consideró que el mantenimiento preventivo como tal representa una herramienta importante en el control de riesgos, tanto para personal como equipos, pero no tendría ningún sentido si no se sigue una determinada planificación y un esquema de acciones para cada elemento.



2 RECOMENDACIONES

- Previo a cada acción de mantenimiento de cualquier componente, se recomienda revisar toda la información correspondiente a sus acciones de mantenimiento preventivo, ya que algunos de estos requiere la presencia de personal calificado del fabricante, la no observancia de estas recomendaciones pueden representar un riesgo para el personal de mantenimiento, la pérdida o daño del equipo y su garantía.
- Es necesario capacitar al personal de operación en todos y cada uno de los procesos sugeridos para el comando de las unidades de generación en caso de que sea necesaria una intervención personal.
- Es importante que el cronograma de mantenimiento propuesto sea actualizado al momento de implementarse como base del mantenimiento de la central, ya que los controles se lo deberá realizar en los periodos establecidos, que en su mayoría son recomendaciones específicas de los fabricantes.
- Se recomienda que la empresa dedique personal calificado para llevar de manera puntual las acciones de mantenimiento y especialmente poder hacer el manejo total y aprovechar todas las ventajas que presenta el software autorizado SisMAC.
- También es necesario que se dedique un espacio físico y el personal calificado para llevar ordenadamente toda la información tanto impresa como digital de toda la infraestructura y equipamiento de la nueva fase de la central, y con el tiempo ir complementando la información de las fases anteriores.
- Se recomienda que los procedimientos descritos en este trabajo sirvan como una documentación de la central con el objetivo de la implementación a futuro de la acreditación ISO 9001 (Gestión de calidad).
- Finalmente se sugiere contar con una base de datos permanentemente actualizada de los repuestos con los que se cuenta, las herramientas especiales y su ubicación para optimizar el tiempo de las acciones de mantenimiento diarias y programadas.



Bibliografía

ELECAUSTRO, Boletines informativos 1 - 8. Proyecto hidroeléctrico

Saymirín V.

www.weg.net

www.leonardo.in (Leonardo Automation [India] Pvt. Ltd.)

Centrales de Generación de Energía Eléctrica; Profesores: Inmaculada Fernández Diego y Arsenio Ramón Robles Díaz; Licencia: Creative Commons 3.0 BY-NC-SA

<http://www.tuveras.com/mantenimiento/fallos.htm>

ELOLA, Luis Navarro, PASTOR, Ana, MUGABURU Jaime, Gestión Integral de Mantenimiento, 1ra edición, 1997

<http://www2.schneider-electric.com>

DOSSIER TURBINA-GENERADOR-VALVULA-PUENTE GRUA-SAYMIRIN V

<http://www.lsis.com/>

www.inatra.com

www.ge.com

www.gepowercontrols.com/ex/.../secogear.html

www.gepowercontrols.com/ex/.../secovac.html

<http://www.borri.it/>

ENAL0110: Gestión de la operación en centrales hidroeléctricas

Schneider Electric, MiCOM P342, P343, P344. Relés de protección para generadores, Manual Técnico.

General Electric, Multilin™ 350 Feeder Protection System.

<http://www.ing.unlp.edu.ar/>

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



ANEXOS



ANEXO A

ANEXO A1

3 TANQUE DE CARGA

3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

TANQUE DE CARGA	
Dimensiones	
Ancho	5,0 m
Longitud aproximada	9,80 m
Profundidad al ingreso de la compuerta	10,60 m
Volumen aproximado	530 m ³
Rejilla Metálica	
Ancho	5 000 mm
Longitud	6 559 mm
Espesor de barrotes	12,0 mm
Separación entre barrotes	40 mm
Compuerta de guardia	
Tipo	Plana deslizante
Material	Acero inoxidable
Ancho	2,30 m
Longitud	2,30 m
Tipo de accionamiento	Actuador eléctrico

Tabla 1: Características Técnicas Tanque de Carga



Fig. 1: Rejilla metálica

4 TUBERÍA DE PRESIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

TUBERÍA DE PRESIÓN	
Propiedades del Blindaje	
Tipo de acero: ASTM A516 Grado 70	
Resistencia a la rotura (σ_r)	70 000 PSI
Resistencia a la fluencia (σ_y)	38 000 PSI
Esfuerzo admisible bajo carga dinámica ($2/3 \sigma_y$)	25 333 PSI
Esfuerzo admisible bajo carga dinámica ($1/3 \sigma_r$)	23 333 PSI
Instalación de la Tubería	
Tipo de Instalación	A cielo abierto
Ancho de la pista	4,50 m
Espesor de la losa de hormigón de la pista	0,30 m
Taludes de excavación:	
Sobre la elevación 2 801 msnm	1H:3V
Bajo la elevación 2 801 msnm	1H:1,5V
Ancho de las cunetas de drenaje	0,40 m
Espesor hormigón lanzado para protección del talud	0,05 m
Características de la Tubería	
Diámetro interior	1,10 m
Longitud total	329,44 m
Espesor del blindaje	12 mm
Desnivel entre tanque de carga y bifurcador	209,30 m
Características del Bifurcador	
Diámetro interior	1,10 m a 0,75 m
Longitud	3,0 m
Diámetro del ramal	0,75 m
Longitud de cada ramal	6,21 m
Diámetro de la transición	0,75 a Ø válvula
Longitud de cada transición	1,0 m
Espesor del blindaje	12 mm
Juntas de expansión	
Diámetro interior	1,10 m
Tubería de acero (tres tramos)	
Pintura: Int: Barrier 80(100um) + Jotamastic 87 Negro (300um) Ext: Barrier 80 (75um) + Hardtop RAL 6025 (75um)	
Juntas de expansión (#3)	
Pintura: Int: Barrier 80(100um) + Jotamastic 87 Negro (300um) Ext: Barrier 80 (75um) + Hardtop RAL 6025 (75um)	

Tabla 2: Características técnicas de Turbina

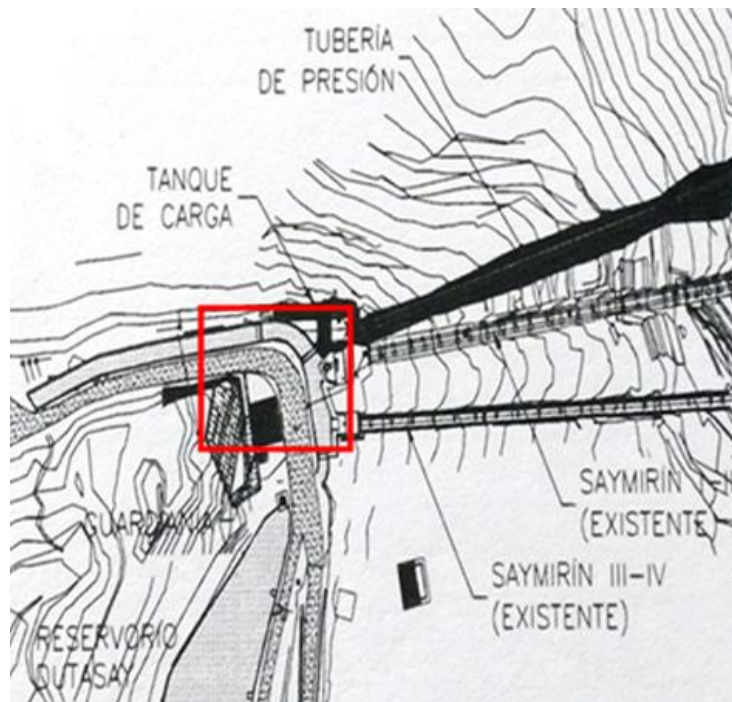


Fig. 2: Referencia de Limpieza para tanque de carga

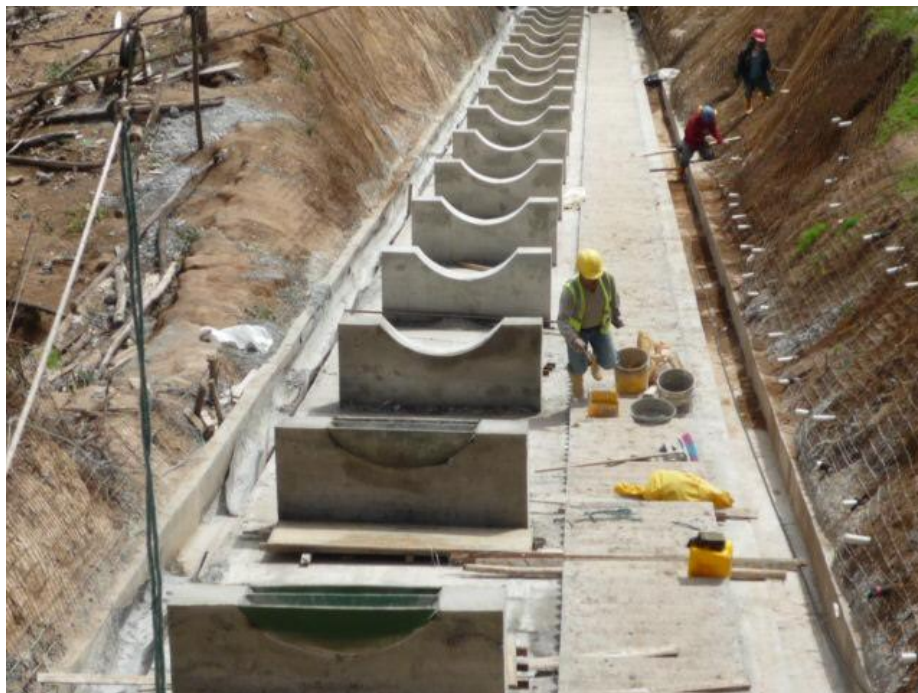


Fig. 3: Soportes Tubería De Presión



Fig. 4: Bifurcador de la tubería de presión



Fig. 5: Tubería de Presión

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



Fig. 6: Bloque de anclaje de la unión de la tubería de presión con el bifurcador

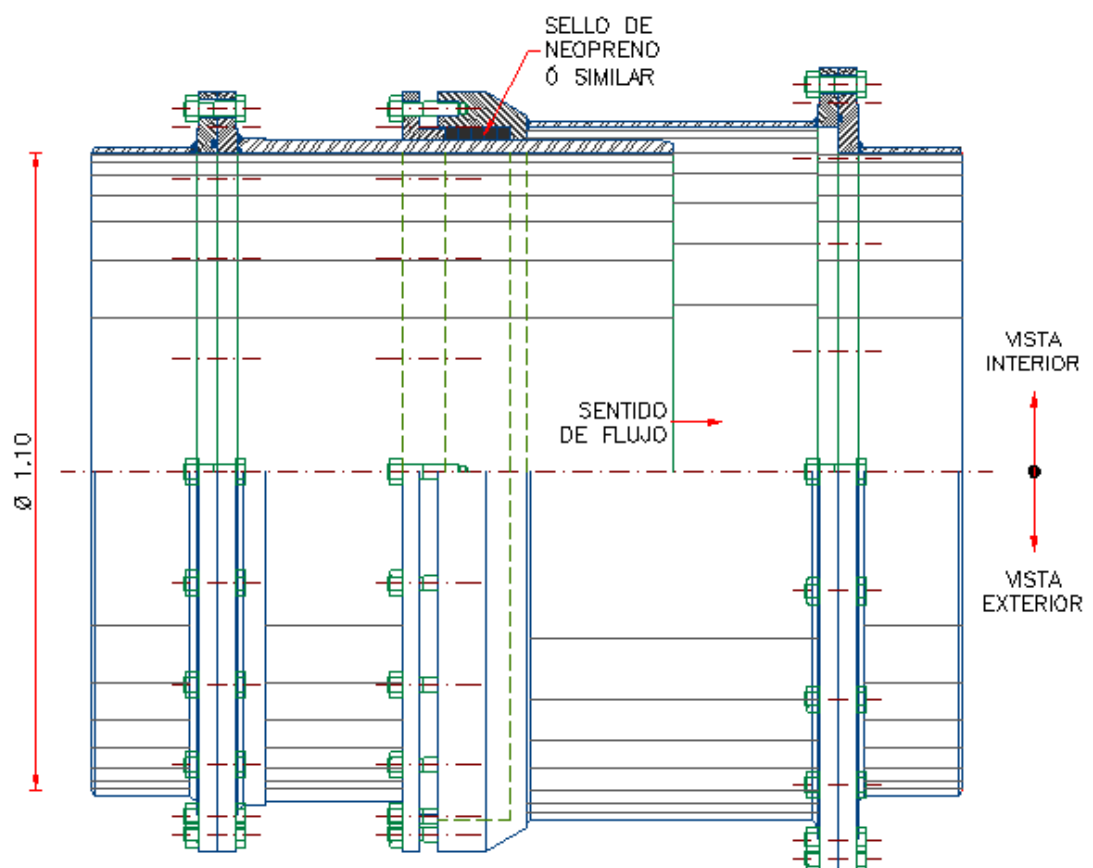


Fig. 7: Diseño de las juntas de expansión

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5 CANAL DE DESCARGA

5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CANAL DE DESCARGA	
Canal de descarga de la Unidad No. 1	
Tipo de sección	Rectangular
Ancho	1,40 m
Altura	2,68 m
Longitud	27,50 m
Pendiente	0,29%
Elevación de la solera al inicio del canal	2 720,33 msnm
Canal de descarga de la Unidad No. 2	
Tipo de sección	Rectangular
Ancho	1,40 m
Altura	2,68 m
Longitud	18,70 m
Pendiente	0,29%
Elevación de la solera al inicio del canal	2 720,30 msnm
Canal Colector	
Tipo de sección	Rectangular
Ancho	2,60 m
Altura	2,08 m
Longitud	64,30 m
Pendiente	0,29%
Elevación de la solera al inicio del canal	2 720,06 msnm
DATOS DE GENERACIÓN	
Número de Unidades y Caudales	
Número de unidades	2
Caudal nominal de la central	4,10 m ³ /s
Caudal nominal de cada unidad	2,05 m ³ /s
Caudal mínimo de operación de cada unidad	0,41 m ³ /s
Altura bruta nominal (una unidad)	214,40 m
Altura neta nominal (una unidad)	211,65 m

Tabla 3: Características Canal de Descarga



ANEXO A2

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CONDUCCIÓN

6 CODIGO: OC-TC0000

7 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema de almacenamiento y conducción de agua – Tanque de carga – **Estructura de hormigón y pasamano**

8 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general del tanque de carga (ampliación).

9 RESPONSABLE:

DICMA – Ing. Civil y Topógrafo; DIPRO – Guardia de centrales (Dutasay)

10 PROCEDIMIENTOS:

Debido a los requerimientos de la nueva central de generación se cuenta con la ampliación del tanque de carga, este elemento por su tamaño y el volumen de agua que contiene es importante realizar las siguientes acciones para mantener y preservar su vida útil.

10.1 OC-TC0024: Verificar asentamiento

El constructor recomienda que esta acción se la realice una vez terminada la obra y su fraguado (previo a la operación de la central), sin embargo la empresa considera un mantenimiento preventivo de cada elemento de la central, para ello se tiene:

- Utilizando una estación total de medición topográfica ubicarse en la casa de guardianía y realizar una medición topográfica en diversos puntos.
- Realizar un reporte analítico sobre las mediciones realizadas.
- Analizar los resultados con los informes finales presentados por el constructor (SIPETROL) para determinar si existe o no un asentamiento del tanque de carga.

10.2 OC-TC0025: Fisuras

Limpieza general

- Limpieza de la superficie libre para recorrer todo el tanque, retirar escombros, polvo y hojas de los árboles que pudiesen haber caído en la superficie libre del tanque.

Tanque lleno

- Realizar una inspección visual recorriendo toda la superficie del tanque de carga, prestar atención en las esquinas.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

- Realizar un reporte fotográfico sobre posibles daños en muros y superficies del tanque.
- Analizar los reportes y determinar si se requieren acciones correctivas.

Tanque vacío

- Realizar una inspección visual de las superficies interiores del tanque, prestar especial atención en esquinas, uniones y base.
- Realizar un reporte fotográfico de posibles daños (fisuras, grietas o roturas) que pudiesen presentar las estructuras.
- Analizar los reportes y determinar si se requieren acciones correctivas.

10.3 OC-TC0026: Pasamano y escalerilla de revisión

- Realizar una inspección visual y sensorial del pasamano metálico.
- Determinar si existen puntos y lugares en donde se sienta floja la sujeción de las columnas del pasamano.
- Realizar el apriete de los pernos a la superficie libre del tanque.
- Determinar si existen puntos en donde haya presencia de corrosión, realizar la limpieza inmediata y proceder a pintar.

10.4 OC-TC0027: Tubería de ventilación

- Realizar una inspección visual del estado de la pintura de la tubería de ventilación.
- Observar si se presenta algún tipo de desgaste de la soldadura de la tubería, en caso de existir elaborar reporte a jefe de mantenimiento para realizar acciones correctivas.

11 SEGURIDAD:**Tanque lleno**

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

Tanque vacío

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

Tania J. Duchí M.

Alfredo E. Peralta A.

12 MATERIALES:

Limpieza:

- ✓ Escoba
- ✓ Recogedor de basura
- ✓ Funda para basura

Topografía:

- ✓ Estación total
- ✓ Hojas de reporte
- ✓ Cámara fotográfica

Inspecciones:

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Hojas de reporte
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Pintura gris

13 PERIODICIDAD:

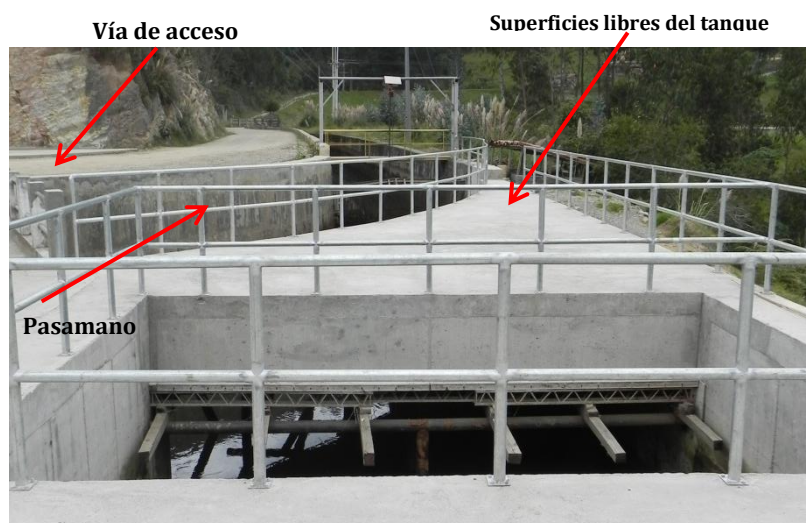
La limpieza de la superficie libre del tanque se realizara semanalmente, esta acción tendrá una duración de 30 minutos

Las inspecciones visuales con el tanque lleno se las deberá realizar cada 6 meses, se considera una duración de 1 hora

La revisión del asentamiento se recomienda realizar anualmente con el tanque lleno, se estima una duración de trabajo en sitio y elaboración de informe un promedio de 4 horas.

Las inspecciones visuales con el tanque vacío se las deberá realizar anualmente o en su defecto cuando se presente un vaciado del tanque por cualquier otro tipo de acciones, la duración será de 1 día.

14 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Tania J. Du

Fig. 8: Tanque de carga

fredo E. Peralta A.



Fig. 9: Tubería de ventilación

- Nota: la referencia de dimensiones, ubicación y detalles se encuentran en los planos As-Build de SIPETROL:
 - ✓ 406-HID-001;
 - ✓ 406-HID-002;
 - ✓ 406-HID-003.



1 CÓDIGO: OC-REJ000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema de almacenamiento y conducción de agua – Tanque de carga – **Rejilla**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de la rejilla del tanque de carga.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Grupo de mantenimiento, guardia de centrales

5 PROCEDIMIENTOS:

En el caso de la rejilla principal, se cuenta con un sistema de izaje para su mantenimiento.

Para el caso de la rejilla del nuevo tanque, es necesario que éste este vaciado para realizar su desarme y poder realizar las acciones de mantenimiento de pintura y soldadura.

5.1 OC-REJ0028: Limpieza de rejillas

- Verificar la cantidad de sólidos en suspensión en la rejilla
- Retirar residuos y colocarlos en bolsas adecuadas para este tipo de basura.
- Permanente comunicación con operador de central para verificar flujo de agua.

5.2 OC-REJ0029: Desgaste de pintura (según el caso)

- Realizar el levantamiento o desarme de la rejilla para poder inspeccionarla.
- Verificar el desgaste de la pintura de los barrotes de la rejilla.
- En caso de existir un desgaste considerable proceder a limpiar y lijar la parte afectada, aproximadamente unos 5 a 8cm extra.
- Pintar cubriendo toda la superficie preparada.

5.3 OC-REJ0030: Soldadura (según el caso)

- Realizar el levantamiento o desarme de la rejilla para poder inspeccionarla.
- Determinar si existen puntos y lugares en donde se observe un desgaste de la soldadura.
- Limpiar y secar la parte afectada.
- Rellenar el cordón de soldadura o realizar una nueva soldadura de toda la parte afectada.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.4 OC-REJ0031: Sistema de izaje (Tecle)

- Inspección visual de engrase y funcionamiento de tecle para levantamiento de rejilla.

6 SEGURIDAD:

Limpieza - guardia

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

Pintura

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

Soldadura

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

7 MATERIALES:

Limpieza:

- ✓ Escoba o rastrillo
- ✓ Recogedor de basura
- ✓ Funda para basura
- ✓ Grasa

Pintura

- ✓ Pintura anticorrosiva de secado rápido
- ✓ Lija #100
- ✓ Brocha

Soldadura

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

- ✓ Soldadora
- ✓ Electrodo de suelda

8 PERIODICIDAD:

La limpieza de la rejilla se debe realizar dos veces por día, en caso de estar en temporada invernal, es necesario una inspección continua de la rejilla y su limpieza las veces que sea necesario, coordinar con operadores flujo de agua, se estima un tiempo promedio de 20 a 30 minutos.

La inspección de pintura, soldadura de la rejilla y engrase del tecele, se deberá realizar una vez al año, con un tiempo de estimado de duración de trabajo de 3 horas.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



- Nota: la referencia de dimensiones, ubicación y detalles se encuentran en plano As-Build de SIPETROL:
- ✓ 406-MEC-001. (Rejilla del tanque nuevo)

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



1 CODIGO: OC-COM000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema de almacenamiento y conducción de agua – Tanque de carga –
Compuerta de tanque de carga

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de la compuerta del tanque de carga.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

5.1 OC-COM0032: Sistema de izaje o levantamiento de la compuerta.

- Inspección visual de todo el sistema, limpieza superficial del motor.
- Verificar el apriete de los pernos de las estructuras metálicas a la superficie del tanque.
- Lubricación del tornillo sin fin con grasa.
- Inspección auditiva de funcionamiento de motor reductor.
- Inspección de apriete de conexiones, en caso de estar flojas realizar el apriete adecuado.
- Comprobar conexiones de señales de control, coordinar en sala de control con operador para verificar funcionamiento.
- Revisar la temperatura con el termógrafo laser en puntos donde se perciba calentamiento.
- Revisar los niveles de aceite de lubricación del motor

5.2 OC-COM0033: Tablero de control

- Inspección visual del estado de la pintura del tablero.
- Verificar la fijación de las conexiones con el sistema de izaje.
- Comprobar el funcionamiento de los pulsantes.
- Verificar que funcionen los indicadores luminosos.
- Verificar que el selector desempeñe su función correctamente.

5.3 OC-COM0034: Pantalla, perfiles, guía y sellos

Con el tanque vacío se debe realizar las siguientes acciones:

- Verificar el estado completo del panel de la compuerta.
- Si se presenta algún desgaste o fisura realizar reporte fotográfico y analítico, reportar inmediatamente al jefe de mantenimiento.
- Inspeccionar visualmente el estado de los perfiles laterales empotrados en el hormigón, reponer los pernos y las tuercas en caso de que sea necesario.

Tania J. Duchí M.

Alfredo E. Peralta A.

- Inspeccionar visualmente la guía del vástago, realizar el apriete o sustitución de los pernos y tuercas si fuese necesario.
- Observar el estado de los sellos, si no han perdido sus propiedades, y analizar los datos de cantidad de flujo que baja por la tubería cuando esta vaciada para determinar si se necesita o no una reposición de sellos.

6 SEGURIDAD:

Sistema de izaje

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

Pantalla, perfiles guía y sellos

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Colocar cinta de seguridad para evitar paso a personas ajenas a la empresa.
- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

7 MATERIALES:

- ✓ Juego de llaves
- ✓ Grasa
- ✓ Termógrafo laser
- ✓ Pernos (según especificaciones)

8 PERIODICIDAD:

La revisión del sistema de izaje se considera una revisión anual, con una duración de 2 horas.

La inspección de la pantalla, sus perfiles, guías y sellos se lo debe realizar con el tanque vaciado, para ello se estima la duración de 1 día de trabajo.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 10: Sistema de elevación de rejilla y tablero de control

- Nota: la referencia de dimensiones, ubicación y detalles se encuentran en plano As-Build de SIPETROL:
- ✓ 406-MEC-002.

Tania J. Duchí M.

Alfredo E. Peralta A.



1 CÓDIGO: OC-TP000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema de almacenamiento y conducción de agua – Tanque de carga – **Tubería de presión**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de la tubería de presión.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Grupo de mantenimiento

DICMA – Ing. Civil, albañilería.

5 PROCEDIMIENTOS:

5.1 OC-TP035: Tubería.

- Inspección visual del estado de la pintura.
- Inspección visual del estado de la soldadura.
- Inspección visual de fugas y fisuras a lo largo de los tramos.
- Realizar el reporte fotográfico y analítico de las acciones realizadas.
- Realizar una medición del espesor de la tubería mediante el uso de un micrómetro y definir espesor de pintura interior-exterior y de la plancha de acero.
- Realizar reporte y analizar resultados, considerar que se tiene por recomendación del fabricante una tolerancia de desgaste de $3,2\mu$ de la pintura exterior.

5.2 OC-TP036: Caudalímetro

- Verificar que la conexión eléctrica del caudalímetro esté sujeta adecuadamente.
- Comprobar funcionamiento, observando y coordinando con el operador en sala de control la presencia o no de señales de on-off.

5.3 OC-TP037: Pintura

- En caso de no haberse presentado ningún desgaste realizar un pintado de toda la tubería expuesta en el tiempo especificado.

5.4 OC-TP038: Juntas de expansión y tapas de escotillas de revisión

- Inspección visual de los elementos.
- Realizar el apriete de los pernos de las juntas en forma de equis en caso de ser necesario.
- Realizar el apriete de los pernos de sujeción de las tapas de las escotillas de revisión.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.5 OC-TP039: Pista de hormigón

- Inspección visual de estado de pista.
- Limpieza o retiro de escombros en caso de presentarse alguno.
- En caso de desgaste reponer el hormigón tipo D-2 equivalente a 250kg/cm².

5.6 OC-TP040: Grada, pasamano y cuneta de drenaje

- Inspección visual de estado de hormigón de grada.
- Inspección visual de estado de pasamano, realizar el ajuste de los pernos a la grada en caso de detectar que se ha aflojado.
- Inspeccionar la cuneta y retirar algún escombros o basura.

5.7 OC-TP041: Apoyos y bloques de anclaje

- Inspección visual de estado de hormigón de los bloques de anclaje, prestar atención a la entrada y salida de la tubería.
- Revisión de presencia de fisuras en cada bloque (tres) de anclaje.
- Revisión de deterioro de los apoyos a lo largo de toda la tubería.
- Inspección de estado de la lámina de neopreno
- Elaborar informe técnico y fotográfico de inspección.

6 SEGURIDAD:

Obra civil

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

Tubería

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

7 MATERIALES:

Obra civil

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

- ✓ Hojas de reporte
- ✓ Cámara fotográfica
- Obra electromecánica**
- ✓ Pintura
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Llaves especiales de junta de expansión

8 PERIODICIDAD:

Las inspecciones de la obra civil se recomiendan realizarlas una vez al año y se estima un día de trabajo.

La inspección de la parte mecánica igualmente se recomienda hacerla anualmente con una duración de un día de trabajo.

Generalmente la pintura de toda la tubería se realiza por contrato, se recomienda hacerla cada 10 años, coordinar medidas de seguridad en el tiempo que el contratista oferte.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 11: Tubería de presión

- Nota: la referencia de dimensiones, ubicación y detalles se encuentran en los planos As-Build de SIPETROL:
- ✓ 406-HID-005.
- ✓ 406-HID-006.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



- ✓ 406-HID-007.
- ✓ 406-HID-008.
- ✓ 406-HID-009.
- ✓ 406-HID-010.



1 CÓDIGO: OC-CD000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema de almacenamiento y conducción de agua – Tanque de carga – **Canal de descarga**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de los canales de descarga de las dos unidades de generación y el canal central de descarga al río Machángara.

4 RESPONSABLE:

DICMA – Ing. Civil

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar esta inspección es necesario que las dos unidades estén completamente paradas, y la tubería de ETAPA esté también bloqueada o cerrada; caso contrario se pudiesen presentar riesgos para el personal.

5.1 OC-CD042: Inspección

- Inspección visual de los canales de descarga, realizar un recorrido desde la fosa de la turbina hasta el canal central de descarga, revisar si existe algún desgaste de hormigón de paredes y base del canal o si se presenta problemas con las tapas del canal.
- Realizar reporte analítico, es necesario colocar observaciones y recomendaciones si se considera necesario.

6 SEGURIDAD:

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



→ Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

7 MATERIALES:

- ✓ Hoja de reporte
- ✓ Cámara fotográfica.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

8 PERIODICIDAD:

Se considera una inspección anual, con una duración de unas 2 horas.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:

Tubería de ETAPA



Fig. 12: Canal de descarga

Nota: la referencia de dimensiones, ubicación y detalles se encuentran en los planos As-Build de SIPETROL:

- ✓ 406-EST-020.
- ✓ 406-EST-021.

ANEXO A3

10 CASA DE MAQUINAS

10.1 DIMENSIONES

CASA DE MÁQUINAS

Dimensiones

Tipo	A superficie
Ancho	10,90 m
Longitud	21,40 m
Altura máxima (incluyendo canal de descarga)	16,50 m

EDIFICIO DE CONTROL

Dimensiones de la estructura

Ancho	10,90 m
Longitud	15,10 m
Altura (3 plantas)	13,30 m

Áreas interiores

Planta nivel 2723,00 msnm	164,59 m ²
Planta nivel 2726,80 – 2727,00 msnm	193,0 m ²
Planta nivel 2730,60 msnm	193,7 m ²

Tabla 4: Dimensiones de casa de máquinas y edificio de control



Fig. 13: Vista de entrada principal a la Casa de máquinas

10.2 SISTEMA DE VENTILACIÓN



Fig. 14: Evaporadores y Climatizador del edificio de control



Fig. 15: Ventilador casa de máquinas

10.3 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

El sistema cumple con los parámetros mínimos exigidos por la NFPA 72, 70 y 850.

10.3.1 SISTEMA DE DETECCIÓN

Se consideran dos maneras de detectar y alertar sobre un conato de incendio, las definimos como:

- Los sistemas de detección de incendios manuales en los cuales la detección del incendio la realiza un operador u otro tipo de personal autorizado mediante un dispositivo manual, el mismo que genera una alarma que es activada en el tablero de Control.
- Los sistemas de detección automática de incendios en los cuales la detección del incendio la realiza un dispositivo, que de forma permanente, constata las variaciones del medio ambiente donde se encuentre, midiendo las variables físicas donde se inició un incendio y mediante un módulo de monitoreo enviara la alarma al tablero de control.

En la central Hidroeléctrica Saymirín V, se cuenta con el tablero de control 7100 Gamewell FCI, este es un sistema multiprocesador basado en un sistema analógico/direccionable, cuentan con un puerto que es habilitado para transmitir datos a un FieldServer (módulo Interface) que a su vez puede hacer que los datos estén disponibles para otros dispositivos, incluyendo los de comunicación mediante protocolos diferentes.

10.3.2 SISTEMA DE EXTINCIÓN

Las medidas de extinción de incendios, pueden ser manuales o automáticas:

- Manuales: Extintores, Bocas de incendio equipadas (BIE), Hidrantes, Columna seca.
- Automáticos: Dotados de sistemas de diversos productos para extinción:
 - Agua (rociadores, cortinas de agua, espumas, agua pulverizada).
 - Gas (dióxido de carbono).
 - Polvo (Normal o polivalente).

Se cuentan con los siguientes sistemas de extinción:

Sistema WATER SPRAY Transformadores	
Densidad de riego	0,25 gpm/ft ²
Área de cobertura por boquilla	108,5 ft ²
Descarga por boquilla	27,1 gpm
Descarga por mangueras	250 gpm
Caudal Teórico	521 m

Tabla 5: Características técnicas del Water Spray

Red de gabinetes en casa de máquinas o edificio	
Densidad de riego	100 a 175 psi
o Descarga Mínima gabinetes	250 gpm
Área de cobertura por gabinete	30 m de radio
Caudal Teórico para descarga por mangueras de cada gabinete	250 gpm
Diámetro red perimetral	4"

Tabla 6: Características técnicas de Gabinetes de sistema contra incendios



Fig. 16: Válvulas de control y reducción de presión



Fig. 17: Tubería y válvulas para sistema contra incendios de la subestación



ANEXO A4

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CENTRAL

1 CÓDIGO: OC-CM000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema central – **Casa de máquinas y Edificio de control**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de casa de máquinas y todos los ambientes del edificio de control.

4 RESPONSABLE:

DICMA – Ing. Civil

5 PROCEDIMIENTOS:

Casa de máquinas

5.1 OC-CM043: Inspección

- Inspección visual de las paredes desde el interior y exterior de la casa de máquinas, realizar informe analítico sobre estado de pintura y si se presenta alguna fisura, o desgaste de terminados.
- Inspección de estado de hormigón de recubrimiento y asentamiento de los grupos turbogeneradores.

5.2 OC-CM044: Limpieza y orden

- Realizar la limpieza de toda la casa de máquinas, retiro de polvo, aceite y grasa derramada por ejecución de trabajos de mantenimiento.
- Observar que todas las señales de seguridad estén ubicadas en sus lugares originales.
- En caso de estar realizando acciones de mantenimiento precautelar que el espacio destinado para dichas labores este limpio y aislado con la cinta de seguridad.

5.3 OC-CM045: Pintura

- Si se presenta un desgaste de la pintura de la central, realizar el pintado con los colores originales.

Edificio de control

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.4 OC-CM046: Inspección

- Inspección visual de las paredes desde el interior y exterior del edificio, realizar informe analítico sobre estado de pintura y si se presenta alguna fisura, o desgaste de terminados.
- Inspección de funcionamiento de las instalaciones eléctricas: tomas de fuerza, luminarias y terminales telefónicos.

5.5 OC-CM047: Limpieza

- Realizar el barrido y retiro de polvo, limpieza de ventanales, servicios higiénicos, oficinas, espacios de uso común, gradas, pasillos y terraza.

5.6 OC-CM048: Pintura

- Si se presenta un desgaste de la pintura de algún ambiente del edificio de la central, realizar el pintado con los colores originales.

6 SEGURIDAD:

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

7 MATERIALES:

Limpieza

- ✓ Escoba
- ✓ Recogedor de basura
- ✓ Fundas plásticas para residuos de barrido
- ✓ Franelas
- ✓ Desinfectantes

Inspección

- ✓ Hoja de reporte
- ✓ Multímetro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Pintura
- ✓ Brocha o rodillo

8 PERIODICIDAD:

El orden y la limpieza se deben realizar a diario.

Las inspecciones se las debe realizar una vez al año.

La pintura se recomendaría cada 5 años de forma general, o cuando se presente algún desgaste se recomienda hacer solo en la parte afectada.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 18: Casa de máquinas y edificio de control

- Nota: la referencia de dimensiones, ubicación y detalles se encuentran en los planos As-Build de SIPETROL:
 - ✓ 406-ARQ-005.
 - ✓ 406-ARQ-006.
 - ✓ 406-ARQ-010.
 - ✓ 406-ARQ-015.



1 CÓDIGO: OC-MV000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema central – **Malecón y vías de acceso**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general del malecón y las vías de acceso o ingreso a la casa de máquinas y edificio de control.

4 RESPONSABLE:

DICMA – Ing. Civil

5 PROCEDIMIENTOS:

5.1 OC-MV049: Inspección y limpieza

- Inspección visual del estado de las veredas de la casa de máquinas y edificio de control.
- Inspección visual del estado de las veredas y pasamano del malecón.
- Realizar el barrido de todas las veredas.
- Verificar el funcionamiento de las luminarias a lo largo de todo el malecón, en caso de presentarse un defecto, elaborar informe y solicitar reposición de lámparas.

6 SEGURIDAD:

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

7 MATERIALES:

- ✓ Escoba
- ✓ Recogedor de basura
- ✓ Fundas plásticas para residuos de barrido
- ✓ Hoja de reporte
- ✓ Cámara fotográfica.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

8 PERIODICIDAD:

El orden y la limpieza se deben realizar a diario.

Las inspecciones se las debe realizar una vez al año.

La pintura se recomendaría cada 5 años de forma general, o cuando se presente algún desgaste se recomienda hacer solo en la parte afectada.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:





1 CÓDIGO: OC-VEN000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema central – Sistema de Ventilación y Calefacción - **ventiladores**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del sistema de ventilación y calefacción.

4 RESPONSABLE:

DIPRO –Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Es importante realizar un mantenimiento adecuado del equipo de ventilación para garantizar su buen funcionamiento y prolongar su duración, se tomara en cuenta la revisión de los ventiladores de la casa de máquinas, cuarto de baterías y taller

5.1 OC-VEN050: Motores

- Utilice un cepillo o un paño para limpiar el polvo del motor.
- El motor funcionará más frío reduciendo el grado de corrosión.
- Asegúrese de que el motor está bien fijo en su soporte.
- Se realizara un desmontaje del motor, para cambios de rodamientos, se recomienda tener los repuestos necesarios en bodega para realizar los cambios.
- Compruebe que todos los cierres sean herméticos.
- Compruebe visualmente si hay señales de deterioro en el soporte, la carcasa, etc., del motor.

5.2 OC-VEN051: Hélice:

- Límpiela con un cepillo suave.
- Compruebe visualmente si hay señales de deterioro.

5.3 OC-VEN052: Obturador:

- Utilice un cepillo o un paño para limpiar el polvo de hojas y marco.
- Asegúrese de que el obturador se abre y se cierra con facilidad.
- Los obturadores sucios reducen el flujo de aire hasta un 40%.

5.4 OC-VEN053: Cojinetes:

- Engrase los cojinetes con grasa Premium cada 3-6 meses.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.5 OC-VEN054: Mecanismo de transmisión:

- Compruebe la alineación del mecanismo de poleas y correa.
- La alineación del mecanismo de transmisión es muy importante para la duración de la correa y el rendimiento del ventilador.

5.6 OC-VEN055: Conducto de distribución:

- Retire los restos de los orificios.
- Haga correr agua limpia por el conducto.
- Limpie los orificios del conducto mensualmente.

5.7 OC-VEN056: Material de las almohadillas:

- Utilice un cepillo de púas blando para limpiar las almohadillas.
- Compruebe semanalmente las almohadillas para asegurarse de que no contienen residuos.

5.8 OC-VEN057: Canal de recogida y depósito del colector:

- Haga correr agua limpia por el canal.
- Limpie el canal de recogida y el colector mensualmente.

5.9 OC-VEN058: Sensor de casa de máquinas

- Se verificara el funcionamiento del sensor de temperatura de casa de máquinas este cuando la temperatura del cuarto este alrededor de los 40°C se accionara y pondrá en funcionamiento los ventiladores

6 SEGURIDAD:

→ Llevar todos los implementos de seguridad.

**7 MATERIALES:**

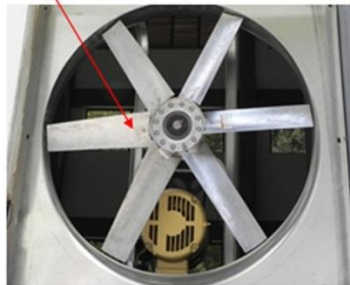
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Juego de Desarmadores
- ✓ Grasa premium
- ✓ Franela o limpión

8 PERIODICIDAD:

Las tareas de mantenimiento se realizan generalmente cada 3 meses. Con una duración de 1 día.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:

Ventiladores de casa
de maquinas





1 CÓDIGO: OC-SCI000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Sistema central – **Sistema contraincendios**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de todos los componentes del sistema contraincendios

4 RESPONSABLE:

DICMA – Ing. Civil

5 PROCEDIMIENTOS:

Se procederá a realizar el mantenimiento de los equipos cuando estos estén en funcionamiento

5.1 OC-SCI059: Gabinetes Contra Incendio

- Inspección visual de que todos los soportes estén instalados de forma correcta.
- Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre.
- Comprobación de la estanquidad de la manguera y estado de las juntas.
- Comprobación de fecha de recarga del extintor.

5.2 OC-SCI060: Sistema Water Spray transformadores

- Comprobación de que las boquillas de los rociadores estén en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto
- Comprobar el buen estado del sistema detector de calor lineal **POTECTOR WIRE**.
- Comprobar el estado de la válvula de diluvio para el sistema de rociadores.
- Limpieza general de todos los componentes.
- NO pruebe los rociadores con una fuente de calor.
- NO limpie los rociadores con agua jabonosa, detergentes, amoníaco, productos de limpieza ni productos químicos. Quite el polvo y las pelusas con un trapo suave y seco.
- Compruebe regularmente que los rociadores no tengan corrosión, daños mecánicos u obstrucciones.

5.3 OC-SCI061: Detectores de calor

- Verificación de funcionamiento, y sujeción a la superficie.
- Limpieza general.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.4 OC-SCI062: Tubería y válvulas de diluvio

- Inspección visual de deterioro de la pintura, informar para su correcto tratamiento según especificaciones
- Inspección visual para identificar posibles corrosiones, realizar la limpieza, lijar y pintar el área afectada.
- Debe inspeccionarse todos los indicadores de presión, para observar su disponibilidad en caso de una emergencia.
- Los manómetros deben reemplazarse o probarse cada 5 años por comparación con un indicador calibrado.
- Los manómetros que no son exactos hasta dentro del 3 por ciento de la escala plena deben ser recalibrados o reemplazados.

5.5 OC-SCI063: Tableros de control y alarma audiovisual

- Verificar el funcionamiento
- Limpieza superficial

6 SEGURIDAD:

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños

8 PERIODICIDAD:

El orden y la limpieza se deben realizar a diario.

Las inspecciones se las debe realizar una vez al año.

La recarga de los extintores se la debe realizar cuando se indique en el sello.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 19: Elementos del sistema contra incendios



1 CÓDIGO: OC-LTC000

2 Elemento

Obra civil – Sistema central – Sistema de iluminación y fuerza – **Luminarias y tomacorrientes**

3 Objetivo

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de luminarias y tomacorrientes.

4 Responsable

DICMA.

5 Procedimiento

Para evitar serios electrochoques o electrocución se deberá siempre apagar el suministro eléctrico antes de trabajar con los cables de conexión.

Se deberá tener a mano los planos del cableado de los tomas al momento de realizar el mantenimiento.

Al momento de realizar la medida de resistencias de los conectores que no haya suministro eléctrico.

No utilizar accesorios metálicos y utilizar zapatos con suela de goma al momento de realizar el mantenimiento.

5.1 OC-LTC064: Inspección

- Inspección visual del estado físico de los tomacorrientes, en caso de estar dañados o rotos realizar el cambio de estos.
- Confirmar que la caja esté sujeta firmemente en la pared, de lo contrario realizar el debido ajuste.
- En caso de la que la tapa frontal del tomacorriente este fracturada debe de reemplazarse.
- Realizar una inspección y limpieza de los contactos o clavijas del tomacorriente.

5.2 OC-LTC065: Mediciones

- Verificación de la resistencia entre tierra y neutro, la resistencia no debe ser mayor a 0.2Ω .
- Se realizara la verificación del de la tensión de los tomacorrientes mediante un multímetro.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.3 OC-LTC066: Inspección de funcionamiento

- Inspección visual de las luminarias, si una o alguna de estas se encuentran quemadas o no está funcionando adecuadamente se remplazaran.
- Se realizara una limpieza periódica de la lámpara y luminaria para prolongar su vida útil.
- Verificar mediante luxómetro las lámparas de la estación si estas no cumplen con la entrega de luxes se cambiara la luminaria.

6 Seguridad

→ Para este realizar el mantenimiento se necesita los siguientes elementos de seguridad:



7 Materiales

- ✓ Juego de destornilladores
- ✓ Fluxómetro
- ✓ Multímetro
- ✓ Lámpara de repuesto
- ✓ Toma corrientes de repuesto

8 Periodicidad

La inspección y medición de los elementos se realizara de forma anual

9 Reconocimiento Grafico



Fig. 20: Luminarias y tomacorrientes

ANEXO A5

10 SUBESTACIÓN

10.1 CARACTERÍSTICAS

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	
Dimensiones de la Plataforma	
Ancho	24,15 m
Longitud (máxima)	28,90 m
Elevación de la rasante	2 722,40 msnm
Características Eléctricas	
Tipo	Aislada en aire
Voltaje nominal	69 kV
Barra	Simple
Número de posiciones	3
Transformador Principal	
Potencia nominal	8,61 MVA
Tipo de enfriamiento	Onan
Relación de transformación	6,30/69±2x2,50 kV
Conexión	Ynd1

Tabla 7: Descripción Subestación

11 SEPARADOR DE ACEITE



Fig. 21: Tanque separador de aceite

ANEXO A6

MANTENIMIENTO DEL ÁREA DE POTENCIA

1 CÓDIGO: OC-SUB000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Área de potencia – **Plataforma de subestación**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de la plataforma ampliada de la Subestación

4 RESPONSABLE:

DICMA – Ing. Civil

5 PROCEDIMIENTOS:

5.1 OC-SUB067: Estructura de hormigón y bases

- Inspección visual del estado del hormigón del piso y bases de las estructuras metálicas.
- Detectar fisuras, filtraciones o desgastes.
- Elaborar informe fotográfico y analítico sobre desgastes, fisuras o roturas del hormigón.

5.2 OC-SUB068: Malla de cerramiento

- Inspección visual de estado de malla de cerramiento.
- Inspección de correcta señalización de seguridad.
- Realizar la sujeción de la malla si fuese necesario.
- Reportar cualquier tipo de observación.

6 SEGURIDAD:

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



→ Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

→ No tocar ningún elemento con la mano.

Tania J. Duchí M.

Alfredo E. Peralta A.

7 MATERIALES:

- ✓ Escoba
- ✓ Recogedor de basura
- ✓ Funda plástica para residuos de barrido.

8 PERIODICIDAD:

Las inspecciones y limpieza se las debe realizar una vez al año, cuando la subestación se encuentra desenergizada.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 22: Plataforma de subestación



1 CÓDIGO: OC-ACE000

2 ELEMENTO:

Obra civil – Área de potencia – **Tanque separador de aceite**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general del tanque separador de aceite.

4 RESPONSABLE:

DICMA – Ing. Civil

5 PROCEDIMIENTOS:

5.1 OC-ACE069: Inspección

- Inspección visual del estado del hormigón del piso y tapas del tanque
- Detectar fisuras, filtraciones o desgastes.
- Elaborar informe fotográfico y analítico sobre desgastes, fisuras o roturas del hormigón.
- Realizar el barrido de la superficie del tanque.
- Realizar la evacuación del aceite contenido en caso de ser necesario.

6 SEGURIDAD:

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



→ Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.

7 MATERIALES:

- ✓ Escoba
- ✓ Recogedor de basura
- ✓ Funda plástica para residuos de barrido.

8 PERIODICIDAD:

Las inspecciones y barrido se deben realizar una vez al año. La evacuación del aceite se deberá realizar cuando se haya detectado alguna falla en el transformador y por lo que se ha presentado algún derrame.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



ANEXO B



ANEXO B1

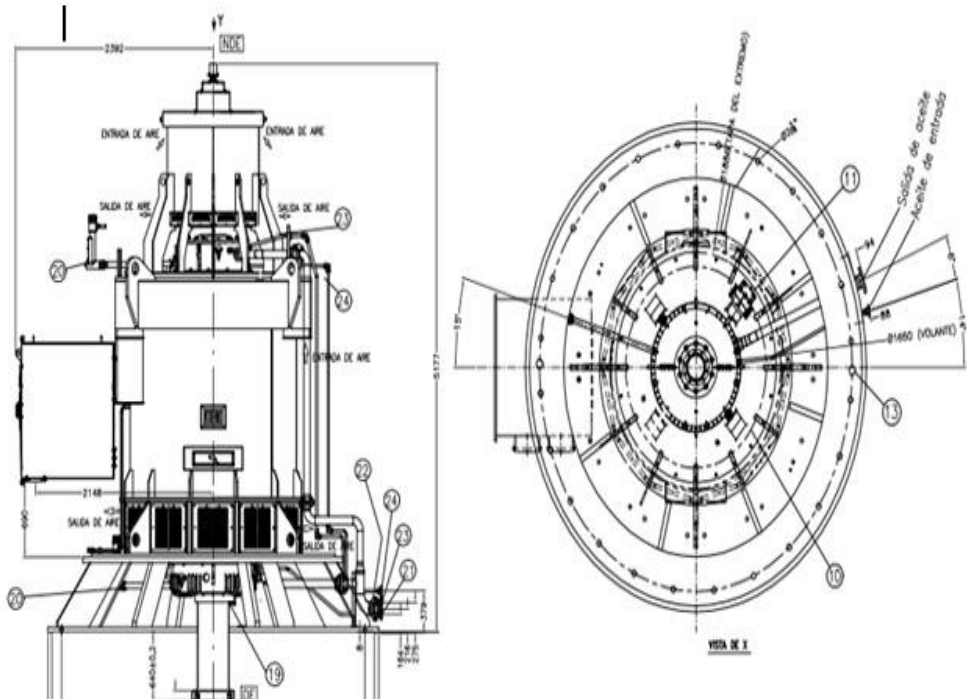
9 GENERADOR

9.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

NÚMERO DE UNIDADES:	2	
MODELO:	SPA	
NORMA:	IEC 60034	
TAMAÑO DE LA CARCASA:	900	
POTENCIA:	4200	[kVA]
POLOS / VELOCIDAD	12 / 600	[Polos / rpm]
VOLTAJE:	6,3	[Kv]
FRECUENCIA:	60	[Hz]
FACTOR DE POTENCIA:	0,9	
MASA APROXIMADA:	32000	[kg]
ALTITUD:	2723	[msnm]
TEMPERATURA AMBIENTE:	40 °C	
SISTEMA DE EXITACIÓN:	Brushless PMG	
REGULADOR DE VOLTAJE:	DECS 200 – Basler	(incluido)
INERCIA DEL ROTOR ($J=GD^2/4$)	2372	[kgm ²]
INERCIA DEL VOLANTE ($J=GD^2/4$)	365	[kgm ²]
SOBRECARGA	1,1 x In por 1h cada 6h	
SOBRECARGA MOMENTANEA	1,5 x In por 30s	
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (EFICAZ)	1999,5	[A]
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (PICO)	5089,9	[A]
DISTORSIÓN ARMÓNICA (FASE-FASE)	5 %	
SOBREVELOCIDAD:	1,81 x Vn	[rpm]
EMBALAMIENTO:	1,81 x Vn durante 600s	[rpm]
NIVEL DE RUIDO:	82 dB (A) (+ 3 dB (A))	

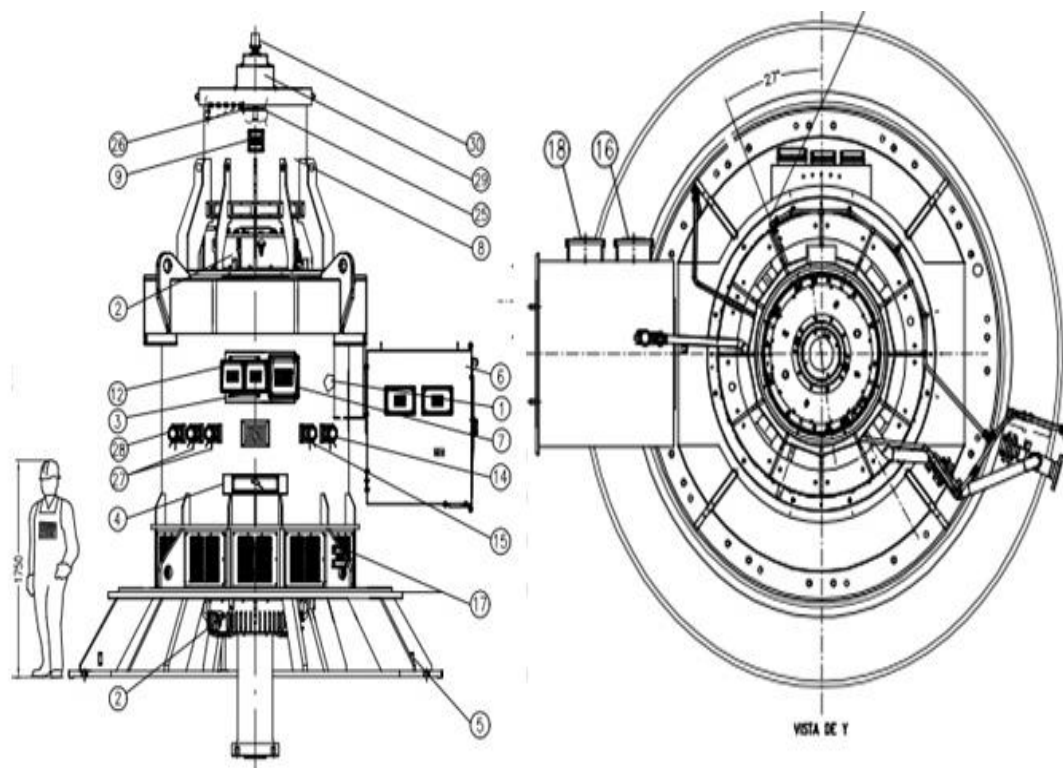
Tabla 8: Características Técnicas del Generador

9.2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL GENERADOR

DIAGRAMA	PARTES																												
	<table border="1"> <tr> <td>1</td><td>Bobina estator tipo RTD- tipo pt100 3hilos (03/fase)</td></tr> <tr> <td>2</td><td>Cojinete RTD - tipo Pt100 6 hilos (01/cojinete)</td></tr> <tr> <td>3</td><td>Caja de bornes de pt-100, termómetro y velocímetro - caja 3</td></tr> <tr> <td>4</td><td>Calentador-220v - 600w</td></tr> <tr> <td>5</td><td>Conexión a tierra 50 hasta 120mm²</td></tr> <tr> <td>6</td><td>Caja de conexión del estator de fase / neutro /TC /TP</td></tr> <tr> <td>7</td><td>Accesorios caja de bornes Pt100-caja 1</td></tr> <tr> <td>8</td><td>Compartimientos sistemas de excitación</td></tr> <tr> <td>9</td><td>Exciter caja de terminales - caja 2</td></tr> <tr> <td>10</td><td>Volante / disco de freno -interna</td></tr> <tr> <td>11</td><td>Sistema de frenos</td></tr> <tr> <td>12</td><td>Espacio del calentador y caja de bornes CDPG – 4</td></tr> <tr> <td>13</td><td>Clavija (2x)</td></tr> <tr> <td>14</td><td>Termómetro digital con contactos eléctricos - bajo cojinete</td></tr> </table>	1	Bobina estator tipo RTD- tipo pt100 3hilos (03/fase)	2	Cojinete RTD - tipo Pt100 6 hilos (01/cojinete)	3	Caja de bornes de pt-100, termómetro y velocímetro - caja 3	4	Calentador-220v - 600w	5	Conexión a tierra 50 hasta 120mm ²	6	Caja de conexión del estator de fase / neutro /TC /TP	7	Accesorios caja de bornes Pt100-caja 1	8	Compartimientos sistemas de excitación	9	Exciter caja de terminales - caja 2	10	Volante / disco de freno -interna	11	Sistema de frenos	12	Espacio del calentador y caja de bornes CDPG – 4	13	Clavija (2x)	14	Termómetro digital con contactos eléctricos - bajo cojinete
1	Bobina estator tipo RTD- tipo pt100 3hilos (03/fase)																												
2	Cojinete RTD - tipo Pt100 6 hilos (01/cojinete)																												
3	Caja de bornes de pt-100, termómetro y velocímetro - caja 3																												
4	Calentador-220v - 600w																												
5	Conexión a tierra 50 hasta 120mm ²																												
6	Caja de conexión del estator de fase / neutro /TC /TP																												
7	Accesorios caja de bornes Pt100-caja 1																												
8	Compartimientos sistemas de excitación																												
9	Exciter caja de terminales - caja 2																												
10	Volante / disco de freno -interna																												
11	Sistema de frenos																												
12	Espacio del calentador y caja de bornes CDPG – 4																												
13	Clavija (2x)																												
14	Termómetro digital con contactos eléctricos - bajo cojinete																												

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



15	Termómetro digital con contactos eléctricos - cojinete superior
16	CT caja de bornes - caja 5
17	Bornes del freno - caja 7
18	CT caja de bornes - caja 6
19	Eje de cepillo de puesta a tierra
20	Indicadores de nivel de aceite
21	Aceite de entrada -bajo cojinete - 3/4"
22	Salida de aceite -3,1/2"
23	Aceite de entrada - cojinete superior - 3/4"
24	Jacking entrada de aceite - 1/2"
25	Rueda dentada para el sensor de velocidad
26	Sensor de velocidad
27	Termómetro digital con contactos eléctricos - entrada del aire
28	Termómetro digital con contactos eléctricos - salida del aire
29	Tierra del rotor detector de fallo
30	Interruptor de sobre velocidad

Tabla 9: Diagrama de detalle de los elementos del Generador

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



9.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES PRINCIPALES DEL GENERADOR

9.2.1.1 ROTOR:

Es la parte rotativa de los generadores que, a través del eje del grupo, recibe el par motor de la turbina. El rotor de cada unidad es de eje vertical, con un aislamiento Clase F, y soporta una elevación de temperatura Clase B; su inercia es de $2372 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ y la inercia del volante es de $365 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Su peso total es de 12100 kg .

Para que la máquina síncrona pueda funcionar es necesario alimentar el devanado inductor con una tensión continua, que representa entre el 0,5% y el 1% de la potencia útil del generador.

9.2.1.2 ESTATOR:

Es la parte fija del alternador donde se induce la corriente alterna, y se compone del núcleo o hierro activo, los arrollamientos o devanados, la estructura de soporte y la carcasa exterior.

El estator presenta un sistema de 3 sensores RTD (Resistive Temperature Detector)¹⁰ Tipo Pt 100 ubicadas en el núcleo de chapas. Tiene una conexión Tipo estrella (Y) con neutro a tierra, además presenta un aislamiento Clase F11 y una protección para elevación de temperatura Clase B12, el peso completo de este componente es de 11200 kg .

9.2.1.3 CARCASA:

La carcasa es del tipo 900, es la envoltura exterior del estator, es de chapa de acero soldada con nervios longitudinales y transversales que proporcionan la rigidez suficiente para transmitir a la cimentación el peso de las partes giratorias y el empuje hidráulico sobre el rodete de la turbina.

9.2.1.4 AVR

Este dispositivo permite la mejora de la estabilidad del sistema, las funciones de protección que incluye el sistema de excitación aseguran mantener los límites de la capacidad, de la sincronización del generador y otros equipos, para que estos trabajen dentro de los parámetros para los que fueron diseñados.

¹⁰**RTD (Resistive Temperature Detector):** Son sensores de temperatura cuyo principio físico se basa en la resistividad de los metales, es decir, en variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

¹¹**Clase F:** elemento fabricado con una combinación de diversos materiales, resistiendo una temperatura característica de 155 grados centígrados.

¹²**Clase B:** elemento fabricado con una combinación de diversos materiales, resistiendo una temperatura característica de esta clase de 130 grados centígrados.

FABRICANTE:	BASLER
MODELO:	DECS200
POTENCIA DE MANDO:	Estilo XL: de 16 a 60 Vcc Estilo XC: de 85 a 132 Vca, 50/60 Hz de 90 a 150 Vcc
CARGA:	50 VA (entrada ca) 30 W (entrada cc)
TERMINALES:	B7 (+), B8(-) para entrada cc B9 (L), B10 (N) para entrada ca
POTENCIA ÚTIL:	Salida PWM 32 Vcc
Tensión nominal alterna:	60 Vca
Potencia monofásica o trifásica	
Entrada (50-500Hz):	56 – 70 Vca \pm 10%
Carga:	780 VA
	Salida PWM 63 Vcc
Tensión nominal alterna:	120 Vca
Potencia monofásica o trifásica	
Entrada (50-500Hz):	100 – 139 Vca \pm 10%
Carga:	1570 VA
	Salida PWM 125 Vcc
Tensión nominal alterna:	240 Vca
Potencia monofásica o trifásica	
Entrada (50-500Hz):	190 – 277 Vca \pm 10%
Carga:	3070 VA
DETECCIÓN DE TENSIÓN DEL GENERADOR	
Tipo:	monofásica/trifásica, 4 gamas
Carga:	<1 VA por fase.
Terminales:	A1, A2, A3
Detección 60 Hertz	
Gama 1:	120 Vca (de 94 a 153 Vca)
Gama 2:	240 Vca (de 187 a 305 Vca)
Gama 3:	400 Vca (de 374 a 600 Vca)
Gama 4:	600 Vca (de 510 a 660 Vca)
DETECCIÓN DE CORRIENTE DEL GENERADOR	
Tipo:	Dos gamas, dos canales
Frecuencia:	50/60 Hz
Gama:	1 A ó 5 A nominales continuos
Carga:	<1 VA por fase.
Terminales:	
1 Amperio:	B1, B3 (Fase B) B4, B6 (Fase A ó C)
5 Amperios:	B2, B3 (Fase B) B5, B6 (Fase A ó C)
DETECCIÓN DE TENSIÓN DEL BUS	
Tipo:	monofásica, 4 gamas
Carga:	<1 VA
Terminales:	A4, A5

Tabla 10: Características Técnicas del Regulador de Voltaje AVR

ÍNDICE DE LOS AJUSTES DE GANANCIA DE LA GAMA DE ESTABILIDAD AUTOMÁTICA

Modo excitación	Ajuste	Constante de tiempo de circuito abierto del generador (T'_{do})	Constante de tiempo de la excitatriz del generador (T_{exc})	Kp	Ki	Kd
Campo de la excitatriz	1	1.0	0.17	42.20	115.2	4.433
	2	1.5	0.25	66.50	150.0	8.750
	3	2.0	0.33	87.16	167.9	13.67
	4	2.5	0.42	104.5	175.8	18.96
	5	3.0	0.50	119.0	177.8	24.50
	6	3.5	0.58	131.3	176.4	30.22
	7	4.0	0.67	141.8	173.1	36.06
	8	4.5	0.75	150.9	168.8	42.00
	9	5.0	0.83	158.8	163.9	48.01
	10	5.5	0.92	165.7	158.7	54.08
	11	6.0	1.00	171.8	153.6	60.20
	12	6.5	1.08	177.2	148.5	66.35
	13	7.0	1.17	182.1	143.6	72.54
	14	7.5	1.25	186.5	138.9	78.75
	15	8.0	1.33	190.5	134.4	84.98
	16	8.5	1.42	194.1	130.1	91.23
	17	9.0	1.50	197.4	125.9	97.50
	18	9.5	1.58	200.4	122.1	103.8
	19	10.0	1.67	203.2	118.4	110.1
	20	10.5	1.75	205.7	114.8	116.4

Tabla 11: Índice de los Ajustes de Ganancia de la Gama de Estabilidad Automática del AVR

9.2.1.4.1 FUNCIONES DEL DECS 200

- Presenta cuatro modos de control: Regulación automática de tensión (AVR), Regulación de corriente de excitación o regulación manual (FCR), Factor de potencia (PF) y Potencia reactiva (VAR).

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



- Arranque suave con rampa de ajuste para los modos de control AVR y FCR.
- Presenta una gama de ajustes o puntos de consigna predefinidos para cada modo de control.
- Limitación de sobreexcitación (OEL) y subexcitación (UEL) para los modos AVR, VAR y PF.
- Veinte selecciones de estabilidad.
- Compensación de subfrecuencias o limitador Volt/Hertz.
- Ajuste de compensación automático entre los modos operativos y entre las unidades DECS 200.
- Transferencia automática hasta una unidad DECS 200 auxiliar.
- Posee siete dispositivos de protección del generador: Sobretenensión de excitación, Sobrecorriente de excitación, Sobretenensión del generador, Subtenensión del generador, Temporizador de control, Pérdida de detección y Controlador de diodos de excitación (EDM).
- Puesta en paralelo del generador con compensación de estatismo reactivo y compensación de diferencial reactivo.
- Registro secuencial de datos y registro de los eventos.

9.2.1.4.2 INTERFAZ HMI

El panel frontal de la interfaz HMI integra botones de control, diodos indicadores y una pantalla de cristal líquido retro iluminada (LCD).

El software BESTCOMS basado en Windows® permite ajustes y controles sencillos, rápidos y precisos.

Posee tres puertos de comunicación: un puerto delantero RS-232 para las comunicaciones con un PC, un puerto RS-232 situado en el panel derecho para las comunicaciones específicas con un DECS 200 redundante y un puerto de comunicación RS-485 para las comunicaciones con un terminal remoto.

El protocolo Modbus™ para el puerto RS-485 posibilita las comunicaciones hasta una distancia máxima de 1200 m.

9.2.1.5 CARACTERÍSTICAS DISPOSITIVO DE SOBRE VELOCIDAD

CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA - DATOS TÉCNICOS	
Precisión de conmutación:	$\pm 4 \%$ (Delta n = 2 rpm / s);
	$\leq 20 \%$ (Delta n = 1.500 rpm / s)
Conmutación desviación de rotación cw -CCW	$\leq 3 \%$
Histéresis	$\approx 40 \%$ de la velocidad de conmutación
Salidas de conmutación	1 salida, control de velocidad
Capacidad de conmutación de salida	$\leq 6 \text{ A} / 230 \text{ VAC}$
	$\leq 1 \text{ A} / 125 \text{ V CC}$
Corriente de conmutación	50 mA mínimo
Inmunidad a interferencias	EN 61000-6-2
Emisión de interferencias	EN 61000-6-3

Tabla 12: Características del Dispositivo de Sobre Velocidad

DISEÑO MECÁNICO - DATOS TÉCNICOS	
Tamaño (brida)	$\varnothing 87 \text{ mm}$
Tipo de eje	$\varnothing 11 \text{ mm}$ eje sólido
Brida	EURO brida B10
Protección DIN EN 60529	IP 55
Velocidad (n)	$\leq 1,25 \cdot n_s$
Rango de velocidad de conmutación	850 ... 4500 rpm
(ns)	($\Delta n = 2 \text{ rpm} / \text{s}$)
Torque de funcionamiento	$\leq 2 \text{ Ncm}$
Momento de inercia del rotor	0.35 kgcm^2
Eje de carga	$\leq 150 \text{ N}$ axial
	$\leq 250 \text{ N}$ radial
Materiales	Cuerpo: Aluminio fundido a presión
	Eje: acero inoxidable
Temperatura de trabajo	$-30 \dots 130 \text{ }^\circ\text{C}$
Peso aprox.	900 g
Conexión	Caja de bornes

Tabla 13: Características Técnicas del Dispositivo de Sobrevelocidad



Fig. 23: Dispositivo de Sobrevelocidad

9.2.1.6 High Pressure HPU



Fig. 24: Indicadores de presión de HPU de generador



WE		SERIAL NO. 2410, 2411			
SETTING CHART FOR L.O.S. - (94 LPM)					
Sl. No.	Device	Device Position Number	SETTING RANGE	Set at ↑-Set during rising. ↓-Set during lowering.	Remarks
1	Pressure relief valve	20	0-15 BAR	5-7BAR ↑	>Set Pressure, Oil relief to tank
2	Temp. Controller	40	0-100° C	65 DEG C ↑	Oil Temperature high indication
3	Pressure Switch	48,50,51	0.1-10 bar, 4 bar	0- ↓<1 BAR ↓	> 1 BAR Pressure OK < 1 BAR Pressure LOW
4	Flow meter with Switch	44	0-100 LPM	<45 LPM ↓	DE bearing flow low indication
5	Flow meter with Switch	45	0-65 LPM	<30 LPM ↓	NDE bearing flow low indication
6	Differential pr.indicating switch	52	0-4 BAR	>2 BAR↑	Filter Clogged
7	Over Load relay	OLR 1 OLR 2	12.5– 20 A	15A	MOTOR HP=5HP, FLC=15A, 220v , 3PHASE 60 Hz
8	Timer	T1	0 - 30 Sec	5 Sec	In Auto, If low Pressure sustain at outlet for 5 sec then, pump change over takes place (LOS)
9	Timer	T2	0 - 30 Sec	5 Sec	If low Flow sustain for 5 sec, Audio visual alaram (LOS) ON
10	Timer	T3 T4	0 - 3 Sec	1.5Sec	DC Motor soft start delay
11	Timer	T10,T11	0-30sec	5sec	LOS DE/NDE pressure ok signal

LOS (2 AC + 1 DC)

TOTAL OIL FLOW	94 LPM
FLOW TO DE BEARING	57 LPM
FLOW TO NDE BEARING	37 LPM
OIL	68
IN-LINE FILTER	25 MICRONS
HEAT EXCHANGER	24 KW
AC MOTOR POWER	220V 60 HZ
DC MOTOR POWER	120V
PRESSURE INLET TO BEARING	1-2 BAR

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



SETTING CHART FOR J.O.S (6 LPM)					
Sl. No.	Device	Device Position Number	SETTING RANGE	Set at	Remarks
11	PRESSURE RELIEF VALVE	106	0-250 BAR	210	RELIEF PRESSURE TO TANK.
12	PRESSURE SWITCH	110, 111	25-250 BAR	130 BAR ↑	INITIAL PRESSURE OK. Factory set can be adjusted as per customer requirement during commissioning.
13	PRESSURE SWITCH	112	25-250 BAR	90BAR ↑	>90 BAR, RUNNING PRESSURE OK. Factory set can be adjusted as per customer requirement during commissioning.
13	PRESSURE SWITCH	113	25-250 BAR	90BAR ↑	<50 BAR, RUNNING PRESSURE LOW. Factory set can be adjusted as per customer requirement during commissioning.
14	Over Load relay	OLR 3 OLR 4	12.5– 20 A	15A	MOTOR HP=5HP, FLC=15A, 220v , 3PHASE 60 Hz
15	Timer	T7, T8	0 - 3 Min	2.5sec	DC MOTOR START
16	Timer	T6	0 - 30 Sec	5 Sec	JOS, low pressure sustain at outlet for 5 Sec then audio visual alarm ON
LEONARDO AUTOMATION (I) PVT. LTD.,		TITLE: PCH SAYMIRIN		CUSTOMER: M/S WEG (I) PVT.LTD	PR.:2410
BANGALORE, INDIA.		PREPARED BY: SSL REVIEWED: KSM/PAS		BOM No: LA/SET/1914/R0	DATE: 120/06/13
Ph : 080-32711110/65363546.					PAGE 1 OF 1

JOS (1 AC + 1 DC)

TOTAL OIL FLOW	6 LPM
IN-LINE FILTER	25 MICRONS
AC MOTOR POWER	220V 50 HZ
DC MOTOR POWER	120V
JACKING PRESSURE	180 BAR

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

ANEXO B2

10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TURBINA Y SUS ELEMENTOS

Fabricante:	DELTA – Delfini & Cía. S.A.
Número de unidades:	2
Tipo:	Turbina Pelton de eje vertical
Número de inyectoros:	4 inyectoros con servomotor interno
Velocidad de giro:	600 rpm
Caudal máximo:	2,05 m ³ /s
Caída neta de diseño:	215,21 m
Eficiencia a caudal máximo:	89,62%
Eficiencia máxima:	90,02%
Potencia al eje:	3878 kW

Tabla 14: Características Turbina Pelton

10.1 COMPONENTES DE LA TURBINA:

10.1.1 RODETE:

El rodete esta hecho de ASTM¹³ A743 de grado CA6NM, tiene un diámetro externo de 1261 mm y 19 paletas; el ancho del rodete es de 351 mm, su peso es de 890 kg, se acopla al eje del generador mediante fricción, por lo tanto no existen pérdidas mecánicas por cojinetes propios de las turbinas y tiene 10 pernos para

Los álabes del rodete son los que reciben el empuje directo del chorro de agua, tienen la forma de doble cuchara, con una arista mediana donde se produce el impacto del chorro de agua.

CARACTERÍSTICAS DEL RODETE

Material:	ASTM A743 grado CA6NM
Número de paletas:	19
Diámetro de acción del chorro (D1):	981 mm
Diámetro máximo del rodete (Dmax):	1261 mm
Ancho máximo del rodete (B):	351 mm
Peso del rodete:	890 kg
Acople con eje de generador:	Brida con pernos pretensados
Balanceo dinámico:	Será balanceado dinámicamente según NORMA ISO 1940/1 "Balance Quality Requirements of Rigid Rotors"

Tabla 15: Características del Rodete

¹³ ASTM de sus siglas en ingles American Society for Testing Materials

CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL RODETE

Caudal	$Q_p = 2,05 \text{ m}^3/\text{s}$
Caída neta	$H_p = 215,21 \text{ m}$
Velocidad de operación	$N_p = 600 \text{ rpm}$
Diámetro de acción del rodete	$D_p = 981 \text{ mm}$
Ancho de la paleta	$B_p = 327 \text{ mm}$

Tabla 16: Condiciones de operación del rodete



Fig. 25: Simulación 3D rodete

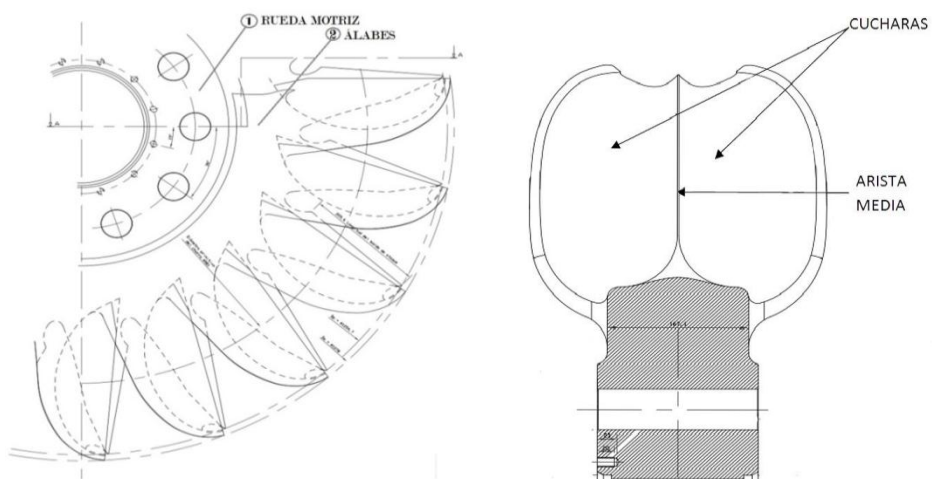


Fig. 26: Cangilón o Álabe de Turbina Pelton

10.1.2 INYECTORES:

El inyector regula el chorro de agua, consta de una válvula de aguja cuyo accionamiento determina el grado de apertura del mismo, está compuesto principalmente por: la tobera, la aguja y el deflector, son íntegramente mecanizados y de acople bridado.

El accionamiento de este elemento se lo realiza mediante un HPU, que controla los actuadores hidráulicos que generan el movimiento axial del equipo; la posición se indica mediante un transductor de 4 a 20 mA, y en el actuador está incorporado el resorte para cierre de emergencia.

Diámetro de entrada:	360 mm
Diámetro de la tobera:	131 mm
Recorrido de la aguja:	91 mm
Fuerza máxima del resorte:	14600 N (posición abierta)
Fuerza mínima del resorte:	2500 N (posición cerrada)
Desplazamiento del servomotor:	1,3 L
Peso del servomotor:	560 kg
Material de la aguja:	ASTM A743 Gr CA6NM
Material de la tobera:	ASTM A743 Gr CA6NM
Material de los desviadores de los chorros:	ASTM A743 Gr CA6NM
Protección de las superficies (partes de acero al carbono):	Pintura epóxica marina resistente a la abrasión sobre metal blanco según Norma SSPC-SP10 (250 micras de espesor)
Tiempo de desvío de los chorros:	Inferior a 1 segundo

Tabla 17: Características de los Inyectores



Fig. 27: Inyectores

10.1.3 DESVIADORES DE LOS CHORROS O DEFLECTORES:

Están incorporados a los inyectores, se accionan por un servomotor hidráulico ubicado en el HPU, los cuatro deflectores se enlazan mediante eslabones con el fin de que tengan una actuación simultánea.

Este elemento consiste además de un tipo de regulador del chorro para variar la potencia, este deflector se introduce en medio del chorro dividiéndolo y desviando una parte del mismo del centro de impacto en la arista media de los álabes.

CARACTERÍSTICAS DEL DEFLECTOR

	POSICIÓN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
DESVIADOR O DEFLECTOR	1	Árbol de deflectores	AISI-420
	2	Deflector	RAMAX HH-AISI-420
	3	Barra Anti Torsión	ASTM A 36
	4	Abatible Superior e Inferior	ASTM A 36
	5	Perno Hexagonal	ANSI/ASME B18.2.1-5/8-11 UNC-1
	6	Cojinete Auto Lubricado	SKF PCM 707550 B (70X75X50)
	7	Cojinete Axial	BRONCE SAE 40
	8	Pivote Inferior	AISI-420
	9	Chaveta	DIN 6885-A 18X11X50 AISI-304
	10	Perno Hexagonal	ANSI/ASME B18.2.1-3/8-16 UNC-0,5
	11	Seguro Superior Árbol	AISI-304
	12	Perno Hexagonal ½	ANSI/ASME B18.2.1-1/2-13 UNC-0,75
	13	Cojinete Auto Lubricado del Deflector	SKF PCM556040 B

Tabla 18: Deflector

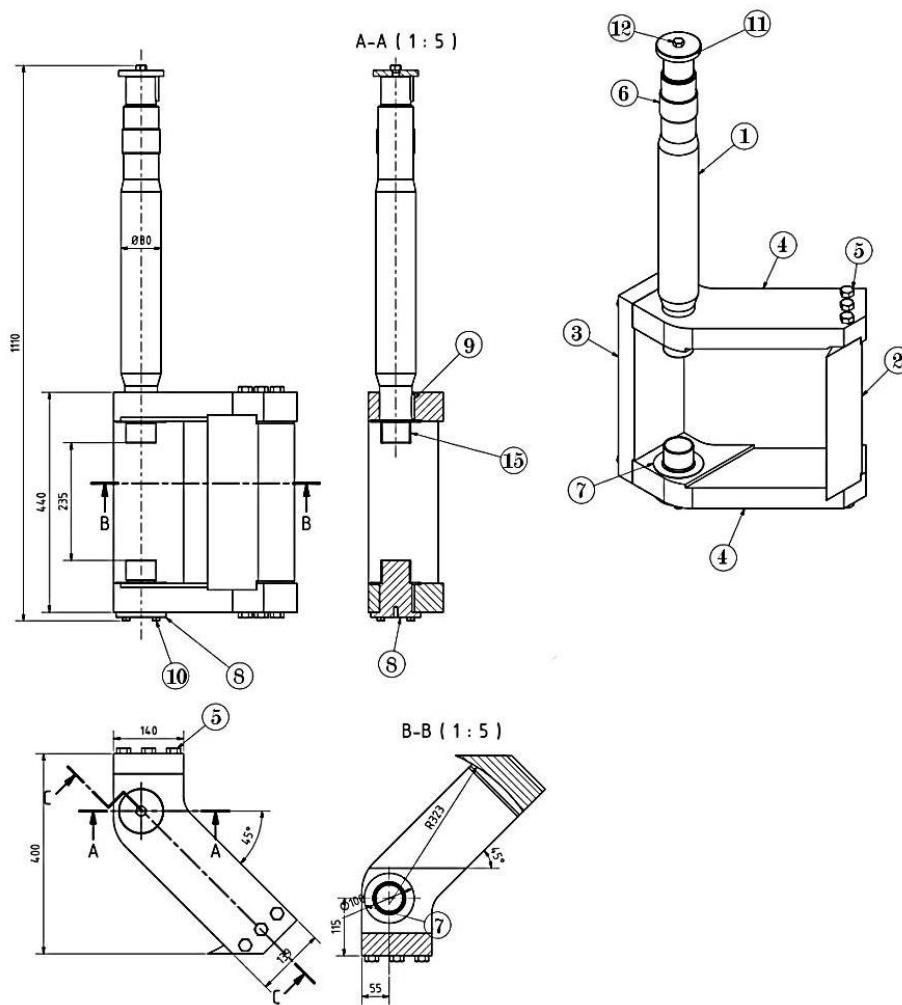


Fig. 28: Esquema Deflectores

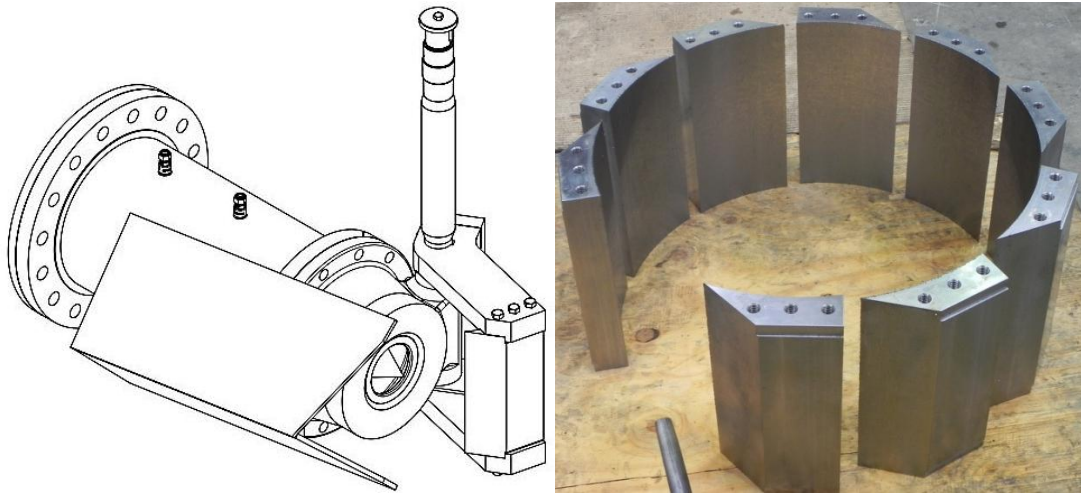


Fig. 29: Deflectores

10.1.4 DISTRIBUIDOR:

El distribuidor está diseñado para minimizar las pérdidas de transición entre la entrada al distribuidor y la salida a los cuatro inyectores. Está construido a base de segmentos de planchas soldadas de ASTM A53 GrB/ ASTM S516-70, con un diámetro de entrada del distribuidor de 700 mm y un diámetro de salida a los inyectores de 360 mm.

CARACTERÍSTICAS DEL DISTRIBUIDOR

Material:	ASTM A53 GrB / ASTM S516-70
Diámetro de entrada al distribuidor:	700 mm
Diámetro de salida a los inyectores:	360 mm
Peso de distribuidor:	3500 kg
Protección de las superficies (interior y exterior):	Pintura epóxica marina resistente a la abrasión sobre metal blanco según Norma SSPC-SP10 (250 micras de espesor)

Tabla 19: Características del Distribuidor



Fig. 30: Vista del distribuidor y la carcasa previo a la fundición del hormigón.

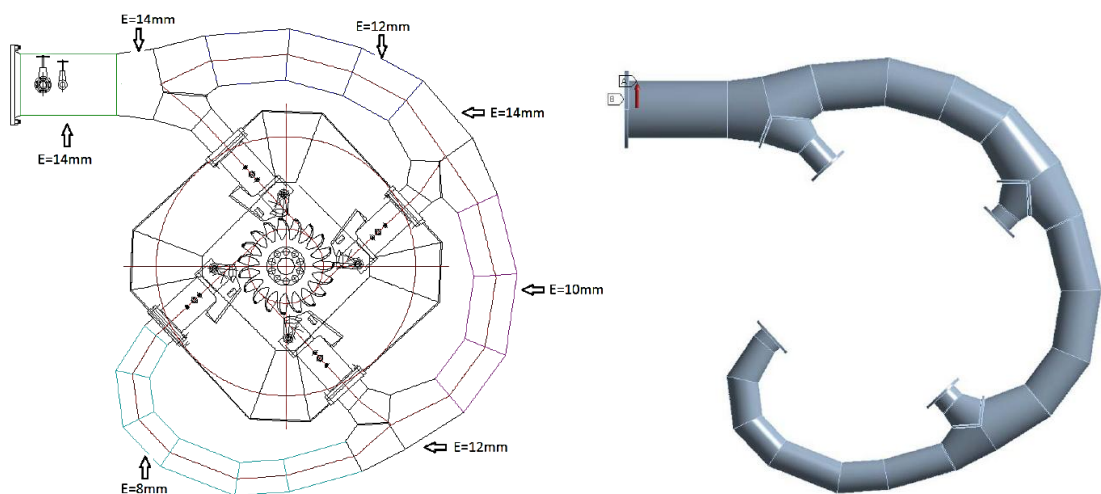


Fig. 31: Simulación 3D del Distribuidor

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

10.1.5 CARCASA:

Es la envoltura de chapa de acero soldado hecha de ASTM A36 que cubre los inyectores, rodete entre otros elementos mecánicos de la turbina, para evitar que el agua salpique tras él contacto con los álabes. El servomotor con resorte y demás mecanismos de los deflectores se sitúan en la parte superior de la misma. Tiene una compuerta para acceder al área de trabajo del rodete y los inyectores.

En la central, encontramos las dos carcassas que son de fabricación soldada y tienen bridas maquinadas con encastre¹⁴ para el centrado y ubicación de los cuatro inyectores en cada una. Además cuenta con una brida maquinada en la parte superior para el centrado y apoyo del generador.

CARACTERÍSTICAS CARCASA

Material:	ASTM A36
Peso aproximado:	9350 kg
Protección de las superficies (interior y exterior):	Pintura epóxica marina resistente a la abrasión sobre metal blanco según Norma SSPC-SP10 (250 micras de espesor)

Tabla 20: Características de la Carcasa

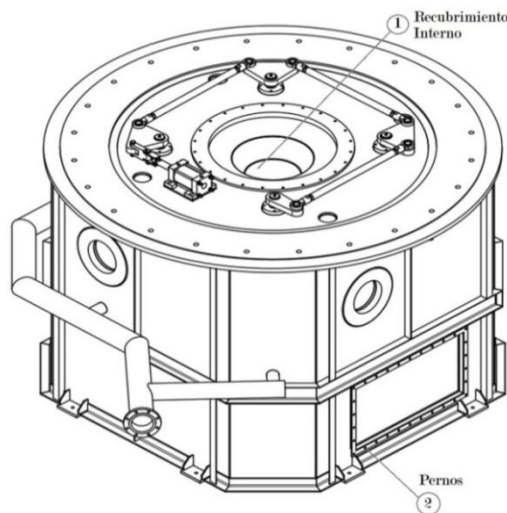


Fig. 32: Carcasa

¹⁴**Encastre: Empalme** dentado. Unión en que, para evitar el movimiento lateral, una de las piezas lleva un diente que penetra en un orificio de la otra.



Fig. 33: Colocación de la carcasa

10.1.5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS VALVULA MARIPOSA

VÁLVULA DE GUARDIA TIPO MARIPOSA

VM393 DN800 PN25

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
Nombre del fabricante	IRUA TECH Industries, S. L.	
Diámetro interior	800	mm
Presión de diseño de la válvula	25	bar
Presión de prueba cuerpo válvula	37.5	bar
Presión de prueba sellos de la válvula	27.5	bar
Pérdidas de carga funcionando con el 100% de apertura y un caudal de 2.05 m ³ /s (H _{valv})	0.567	m
Coefficiente de pérdidas de la válvula (kv=H _{valv} /Q ²)	0.135	(100% abierta)
Diámetro del By Pass	100	mm

Tabla 21: Válvula de Guardia tipo Mariposa



Fig. 34: Válvula mariposa

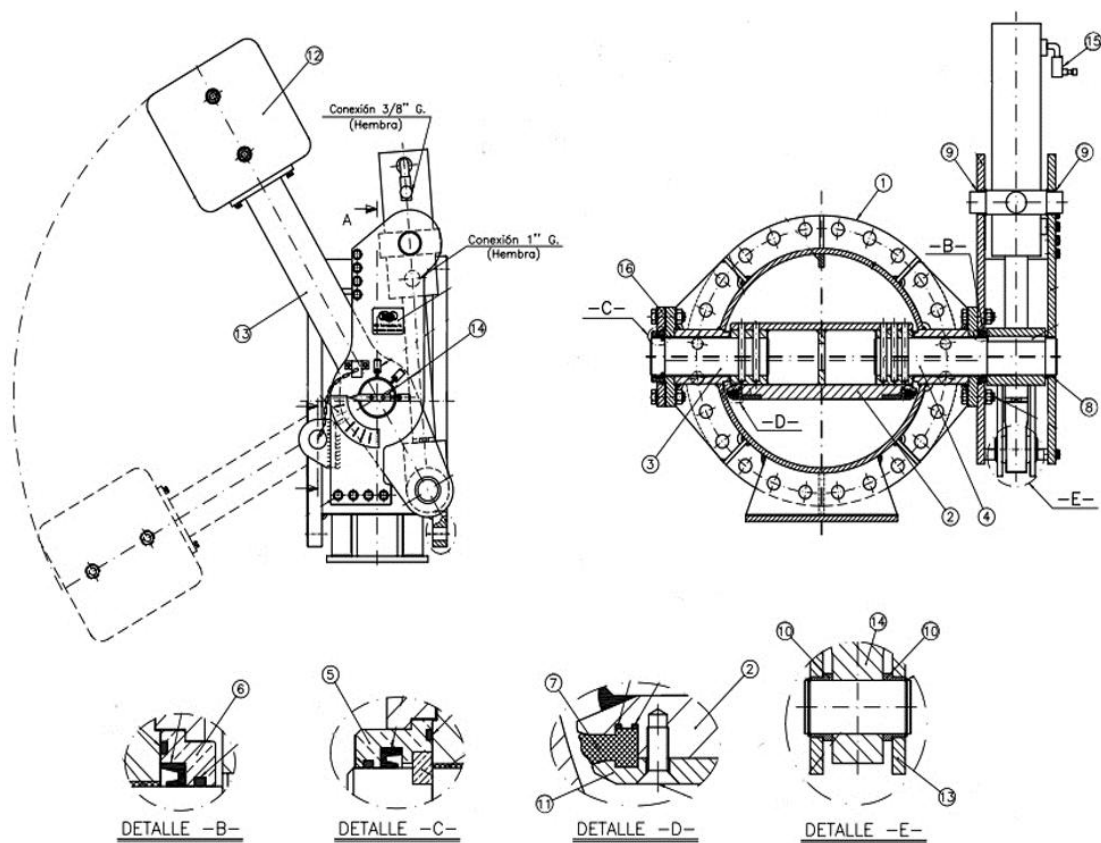


Fig. 35. Esquema Válvula mariposa

Casquillos y Semianillo

Resistencia tracción	Límite elástico	Alargamiento	Dureza
N/mm ²	N/mm ²	%	HB
288	159	25,2	82

Tabla 22: Datos Técnicos Válvula Mariposa



Fig. 36: Válvula mariposa

10.1.5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BYPASS

Válvula de aguja con actuador hidráulico	Diámetro nominal [mm]	100
	Presión de operación [bar]	25
	Conexión[pul] /clase	Bridas 4" / ANSI 300
	Material del cuerpo	Acero al carbono
	Material de la aguja	Acero inoxidable 400L
	Material asiento de la aguja	Acero inoxidable 400L
	Material del eje	Acero inoxidable 400L

Tabla 23: Válvula de Aguja

10.1.5.3 CARACTERÍSTICAS Y ELEMENTOS DE JUNTA DE DESMONTAJE

	diámetro nominal [mm]	700
Bridas con sello elastómero O-ring tipo EN-DIN 1092	Presión de operación [bar]	25
	material de cuerpo /bridas	Acero al carbono

Tabla 24: Junta de desmontaje

Pieza	Cantidad	Material
DI-39	1 x 2	Pl. 75mm x 1104 x 1104
DI - 40	1 x 2	Pl. 32mm x 1104 x 1104
DI - 41	1 x 2	Pl. 75mm x 1104 x 1104
DI - 42	1 x 2	Pl. 25mm x 2579 x 366
DI - 43	8 x 2	Barra Ø50mm x 707
DI - 43 A	30 x 2	Perno hexagonal Ø1.75" UNCx8"
DI - 43B	2 x 2	Perno hexagonal M45x4.5-150
DI - 44	96 x 2	Tuerca Ø1 ¾" UNC
DI - 45	48 x 2	Arandela de presión Ø1 ¾"

Tabla 25: Partes de la junta de expansión

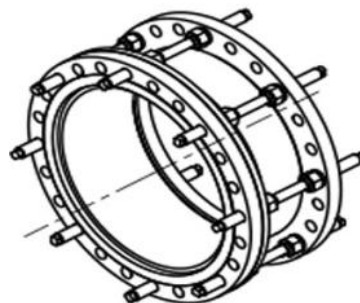


Fig. 37: Junta de desmontaje o brida de expansión



Fig. 38: Junta desmontable

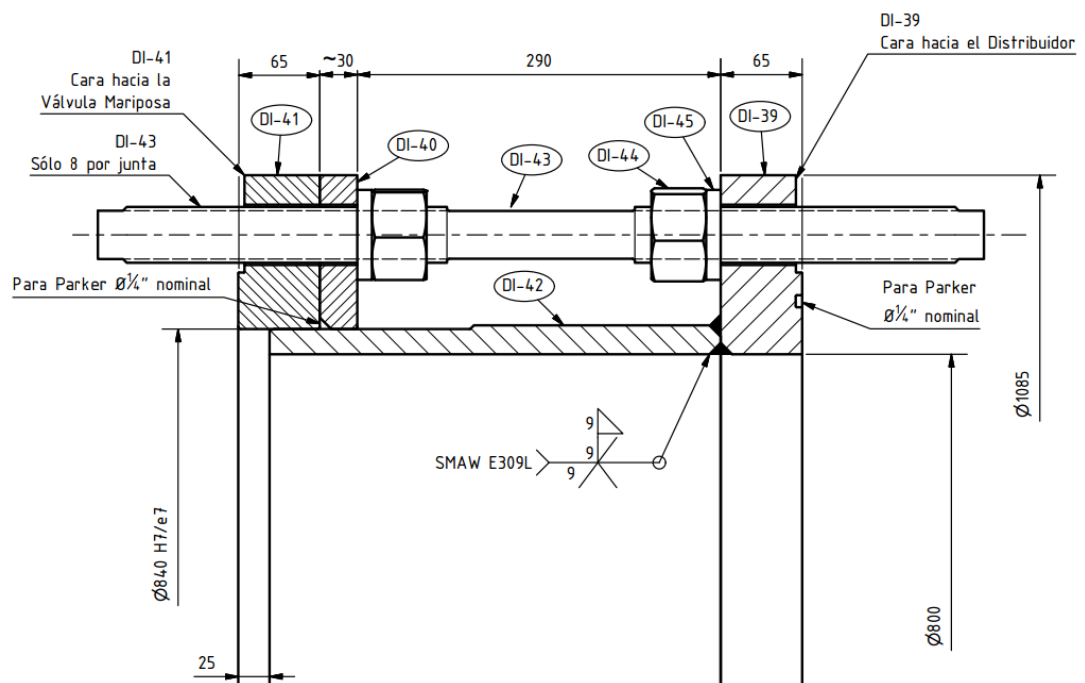


Fig. 39: Vista lateral Junta de desmontaje

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

10.1.5.4 GOBERNADOR DIGITAL

El gobernador controla las agujas y los deflectores de las dos unidades en la central, incluye los sensores de detección de velocidad, la retroalimentación de la posición de las agujas y la retroalimentación de la posición del deflector, el sistema utiliza un sistema PID con estatismo para el control de posición de la aguja y el deflector cuando el generador está conectado con la red de energía. Éste elemento también controla el funcionamiento de la válvula aguja By-Pass, se retroalimenta con sensores de posición y los sensores de presión para dar la orden de apertura de la válvula principal (mariposa).

CONTROLES LOCALES DEL GOBERNADOR E INDICACIONES REMOTAS	
Controles locales	CONTROL REMOTO
Botón de paro de emergencia	Este dispone de una interfaz remota por medio de comunicación Modbus TCP/IP para el comando del PLC.
Interruptor selector de control local/remoto	
Comandos e indicadores locales presentados en el DEP	
Indicadores mostrados por el DEP	Señales disponibles
Control arranque/parada	Comando de posición de agujas (4-AO)
Aumento /disminución de posición de agujas	Comando posición de deflector (AO)
Indicador Setpoint de la aguja (4)	Comando de aumento/reducción de velocidad/ de carga (ID)
Indicador posición de agujas(4)	Selector de modo local/remoto/manual (2-D)
Indicadores límite de carga	Comando permiso de arranque (ID)
Indicador Setpoint del control de la aguja y deflector	Señal de disparo de cierre (ID)
Aumento/ reducción del Setpoint de la velocidad	Estado de unidad 52 (ID)
Alarma de la falla de fuente de alimentación	Paro de unidad (ID)
Alarma de la falla de la señal de velocidad	Control de freno de la unidad (DO)
Alarma de la falla de la señal de retroalimentación de posición	Interruptor de velocidad de la unidad (DO)
Alarma de problemas en el gobernador	Alarma del gobernador (DO)
Falla del gobernador	Falla del gobernador (DO)
Aumento/ reducción del Setpoint del límite de la carga	Alarma de la falla del PLC (DO)
	Indicador de unidad parada/Unidad parcialmente parada(DO)
	Interruptores de posición del deflector del gobernador (DO)

Tabla 26: Controles de Gobernador

10.1.5.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS HPU

DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS
UNIDAD DE PRESIÓN HIDRÁULICA HPU	TANQUE COLECTOR DE ACEITE
	Tanque 70gl con borde
	Indicador de nivel y temperatura
	Tapas de colector de aceite
	Baffler interno para circulación de aceite
	SUPERVISIÓN DE ACEITE
	Manómetro indicador de presión
	Interruptor de presión programable estado solido
	Interruptor de temperatura
	Interruptor de nivel de aceite
	COMBINACIÓN DE MOTOR-BOMBA
	Motores de alta eficiencia
	Bombas de engranaje
	Válvula de alivio
	Válvula de chequeo
	Válvula de aislamiento de la bomba
BANCO DEL ACUMULADOR	Tanque acumulador tipo vejiga 15gl
	Válvula de aislamiento
	Válvula de drenaje
	Válvula de alivio
	BLOQUE ELECTRO-HIDRÁULICO DE DEFLECTORES
	Válvula proporcional D05
BLOQUE ELECTRO-HIDRÁULICO VÁLVULA ENTRADA DE TURBINA	Válvula solenoide de parada
	Válvula de control de flujo
Válvula direccional D03	

Tabla 27: Características Técnicas HPU

10.1.5.5.1 DATOS MOTOR-BOMBA

Combinación de motor-bomba	
Motores de alta eficiencia	3 fases
	230VAC
	5 HP
Bombas de engranaje	3.2 gl/min
Velocidad de operación	1800/1500 rpm
Posee rodamientos de esfera, maximizan vida útil y minimizan el ruido.	
Tiene un diseño modular que permite facilidad de mantenimiento.	

Tabla 28: Datos Motor-Bomba de HPU

UNIDAD HIDRÁULICA DE POTENCIA HPU

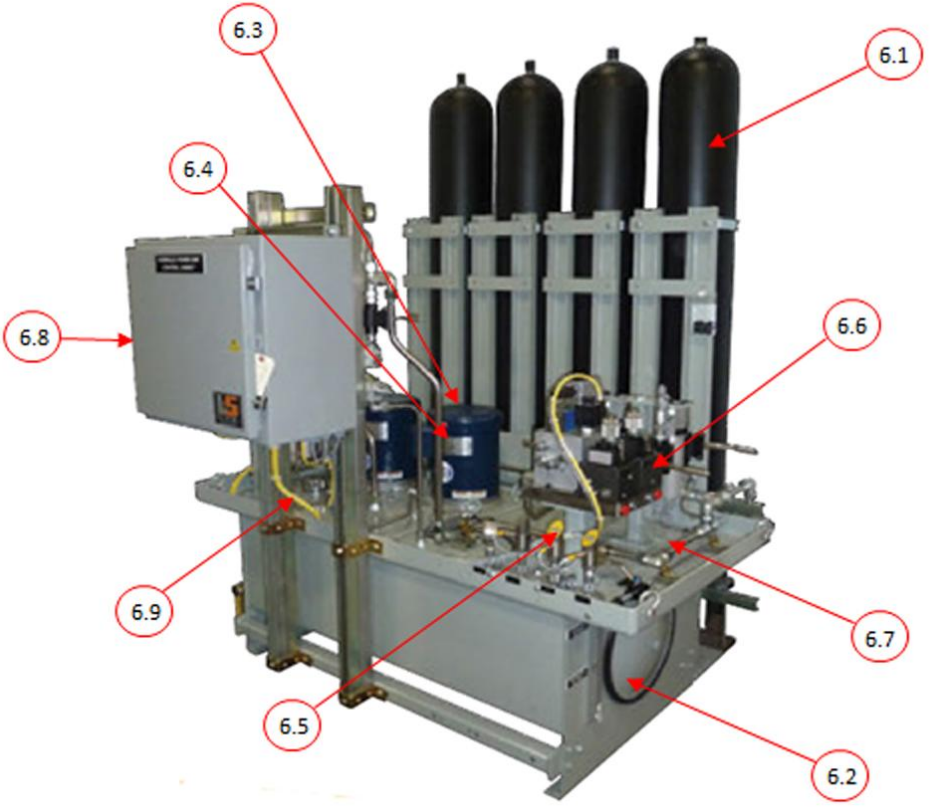
	Mecánico	Tanque colector de aceite	Tanque 70gl con borde
			Depósito de nivel de aceite con termómetro
		Motor - Bomba	Motores de alta eficiencia
Eléctrico	Banco del acumulador		Módulos de bombas
			Controlador de presión integral
			Filtro de aceite dúplex
Eléctrico	Controles de bomba y motores		Control de colector piloto normalizado
			Tablero de control de bombas
			Arrancadores de motores

Tabla 29: unidad hidráulica de potencia

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

ANEXO B3

MANTENIMIENTO DE LA TURBINA

1 CÓDIGO: GT-ROD0000

2 ELEMENTO

Grupo turbo generador – turbina - Sistema de acción - **Rodete**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades para realizar el mantenimiento preventivo de los rodetes de cada unidad de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar el mantenimiento de este elemento la maquina tendrá que estar detenida; es necesario contactar con el fabricante para realizar el pedido de maquinaria especializada, esto se realiza con una semana de anticipación al mantenimiento, es necesaria la presencia del ingeniero de mantenimiento.

5.1 GT-ROD0023: Desgaste

- Se realizara una inspección visual de la sección media de los cangilones del rodete esta no debe presentar un achatamiento en el filo.
- Con la mano se verificara el estado del desgaste de la concavidad además de inspeccionar visualmente la existencia o no de surcos en la superficie de los cangilones por efectos de la erosión o cavitación.
- Para el desmontaje del rodete se utilizara la maquinaria solicitada al fabricante para evitar dañar los pernos colocados, de igual forma antes de colocar el rodete de remplazo este deberá estar adecuadamente limpiado y desengrasado.

6 SEGURIDAD:

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

7 MATERIALES:

- ✓ Maquina hidráulica para el retiro y apriete de los pernos (proporcionada por el fabricante en el momento de realizar el mantenimiento)
- ✓ Carro porta rodete
- ✓ Juego de pernos y tuercas de repuesto
- ✓ Grasa
- ✓ Rodete de remplazo

8 PERIODICIDAD:

Al cumplir las primeras 2000 horas de funcionamiento se realiza una verificación con tinta penetrante en todos los cangilones en las zonas más críticas del mismo. (Solicitud del fabricante), la duración de esta revisión será de 1 día.

Se realizara la inspección periódica del rodete cada 3 meses con acciones similares al procedimiento de las primeras 2000 horas.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO

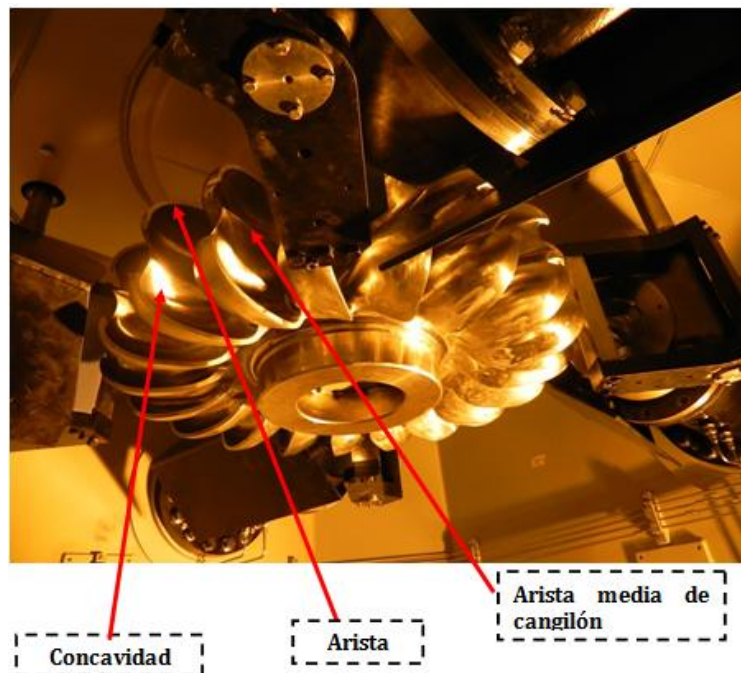


Fig. 40: Rodete



1 CÓDIGO: GT-CAR0000

2 ELEMENTO:

Grupo Turbogenerador – Turbina – **Carcasa**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de las carcassas de las turbinas.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Personal de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar el mantenimiento de este elemento es necesario poner todo en mando manual, detener la máquina, cerrar las válvulas mariposa y by-pass y colocar el seguro mecánico de la válvula, una vez verificadas estas condiciones se realizaran las siguientes acciones de mantenimiento

5.1 GT-CAR0024: Corrosión

- Se verificara visualmente el estado de la pintura de la carcasa
- En las uniones entre la carcasa y los inyectores (como se muestra en la fig 1) se verificara si presenta corrosión, si existe tal se procederá a lijar la superficie una distancia de 5cm mayor que la corrosión y posteriormente pintar la misma.

5.2 GT-CAR0025: Ajuste

- Se verificara el apriete de los pernos de unión entre la carcasa y los inyectores mediante una llave de 1-1/4"y un torquímetro calibrado en 600lb-ft (apretando en cruz).

6 SEGURIDAD:

→ Llevar los siguientes implementos de seguridad:



7 MATERIALES:

- ✓ Pintura no toxica de secado rápido

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

- ✓ Lija #100
- ✓ Brocha
- ✓ Llave de 1-1/4"
- ✓ Torquímetro

8 PERIODICIDAD:

Se realizarán las inspecciones antes mencionadas cada año o cuando la máquina se encuentre detenida, el tiempo necesario para realizar estas tareas es de 1 día.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO

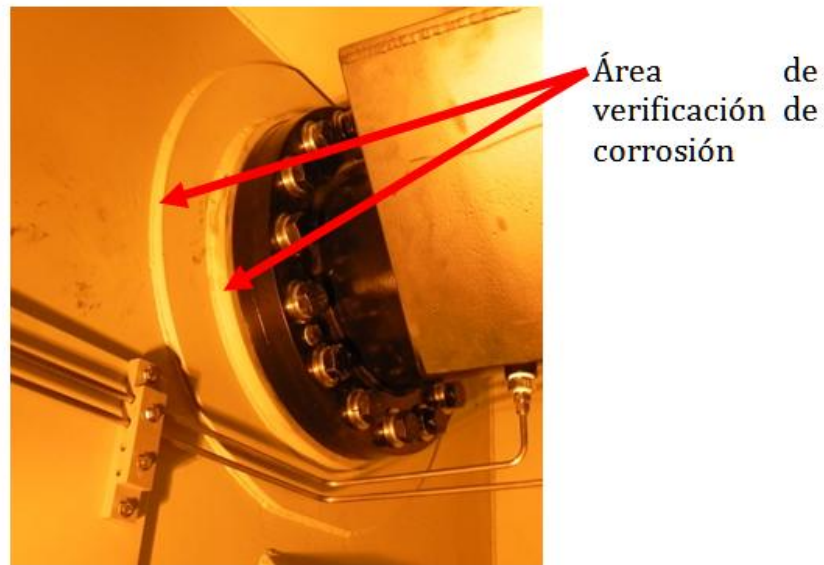


Fig. 41: Unión carcasa inyector



1 CÓDIGO: GT-REJ0000

2 ELEMENTO

Grupo Turbogenerador – turbina – Carcasa – **Rejilla de mantenimiento**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para el mantenimiento preventivo de las rejillas de mantenimiento de los dos grupos de generación de la Central Saymirín V

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas – Personal de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Se debe considerar que para realizar cualquier tipo de mantenimiento en este elemento es necesario que la unidad de generación este completamente detenida, la válvula mariposa debe estar cerrada, sin presión y con el seguro puesto, además el mando debe encontrarse en manual.

En caso de retirar la rejilla para realizar cualquier acción, tener precaución con la profundidad del canal de descarga que está debajo de la rejilla.

La suelda debe ser realizada por personal capacitado en esta acción, considerando que el lugar de trabajo es húmedo y con presencia de agua.

5.1 GT-REJ0026: Corrosión:

- Inspección visual: observar toda la superficie de la rejilla, prestar atención en los puntos de unión (fig. 2).
- Limpieza: retirar cualquier sólido que pudiese estar retenido, generalmente luego de algún tipo de trabajo en otro elemento dentro de la carcasa.
- Lijar: para reponer la pintura en los puntos o lugares que se presente una pérdida de material es necesario lijar las partes afectadas considerando una área mayor a la afección presentada.
- Pintar: el área preparada con una pintura no tóxica.

5.2 GT-REJ0027: Fisuras:

- Fisuras: si se presenta alguna fisura en otro lugar que no sea una unión, elaborar un reporte fotográfico e informar al jefe de mantenimiento.
- Soldar: si se observa desgaste de algún punto del cordón de soldadura proceder a soldar de forma adecuada.

6 SEGURIDAD

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



→ Colocar la señalización preventiva de seguridad.

7 MATERIALES

- ✓ Lija #100
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Pintura no tóxica de secado rápido
- ✓ Brocha
- ✓ Soldadora
- ✓ Cable eléctrico para toma de energía
- ✓ Electrodo de suelda.
- ✓ Hojas de reporte

8 PERIODICIDAD

Este elemento no necesita un mantenimiento mayor ni continuo, por lo que se considerará una revisión anual o cuando se pueda según la siguiente observación.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO

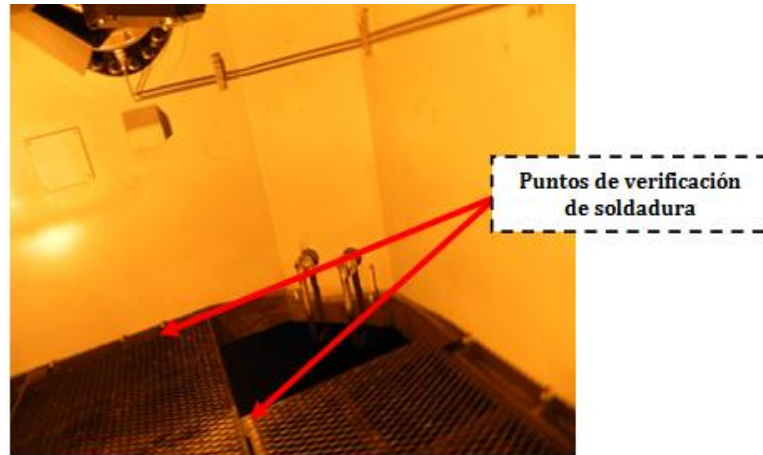


Fig. 42: Rejilla de mantenimiento



1 CÓDIGO: GT-VM0000

2 ELEMENTO

Grupo turbogenerador – Turbina - Sistema de admisión de agua - **Válvula mariposa y válvula by-pass**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de las válvulas de guardia de cada unidad de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas –Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Para la revisión de fugas, limpieza, ajuste e inspección de la pintura, la válvula debe encontrarse abierta

En caso de realizar un remplazo de sello o acciones mayores la válvula debe vaciarse, se procede a cerrar la misma, estar colocado el seguro mecánico y activado el mando local.

5.1 GT-VM0028: Limpieza

- Limpieza general de la válvula aguja y mariposa con un paño o franela.
- Inspección visual del estado de la pintura del cuerpo de la válvula mariposa.
- Revisar si existen fugas en cualquier parte de los acoples tanto con la válvula aguja y la brida de desmontaje, en estos caso proceder al apriete de los pernos de sujeción en forma de x, cuidando de dar el mismo torque en cada punto de apriete.
- Inspeccionar el ajuste de las conexiones de los cables de comunicación y realizar el ajuste o apriete si fuese necesario.

5.2 GT-VM0029: Con la tubería vaciada y el mando local activado:

- Si se observa algún desgaste del cordón de soldadura de la toma de la tubería en su acople con la válvula, realizar la coordinación para soldar los puntos críticos, tanto interna como externamente.
Sin necesidad de desmontar la válvula se recomienda ingresar por la escotilla de revisión que se encuentra en la boca del bifurcador.
- Una vez adentro de la válvula se puede hacer el cambio de las juntas de estanqueidad y los anillos de asiento, observar planos de detalle.
- Probar la apertura y cierre de la válvula y comprobar los tiempos establecidos para corroborar su funcionamiento.

Tiempos de apertura de válvulas

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

Apertura válvula by-pass	20 seg
Apertura válvula mariposa	150 seg

- Una vez llena la tubería, volver a realizar la prueba de apertura y cierre,

5.3 GT-VM0030: Válvula aguja:

- Debido a las características especiales de esta válvula es importante que entre en funcionamiento al menos una vez cada 2 meses.
- Inspeccionar que no existan fugas de aceite del sistema hidráulico.
- Revisar que las conexiones de los fin carrera de las posiciones abierta y cerrada de la válvula estén correctamente apretadas y realizar el apriete si es necesario.
- En caso de que al probar la válvula se quede trabada en una posición, es necesario liberar la presión aguas abajo.
- Si presentase fugas cuando está en posición cerrada, podrían ser por la presencia de residuos en el asiento de la válvula, para ello es necesario realizar el desmontaje primero liberando la presión del muelle, luego desenroscar las tuercas y retirar la tapa y el cuerpo, así ya se tendrá el acceso necesario para todo los mecanismos de la válvula para poder realizar una limpieza interior o un cambio de piezas si fuese necesario.

6 SEGURIDAD

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



7 MATERIALES

- ✓ Paño o franela
- ✓ Soldadora
- ✓ Electrodo de suelda
- ✓ Cronometro o temporizador
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Llaves especiales de la válvula de desmontaje
- ✓ Repuestos de juntas de estanqueidad y anillos de cierre

8 PERIODICIDAD

La prueba de funcionamiento de la válvula aguja se recomienda hacer cada dos meses.

La limpieza general se debe realizar mensualmente, el apriete de la junta de desmontaje se lo debe realizar cada seis meses o cuando se considere necesario, generalmente antes y después de un vaciado de la tubería de presión.

Se debe considerar que para realizar cualquier tipo de mantenimiento mayor en este elemento es necesario que la unidad de generación este completamente parada.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO

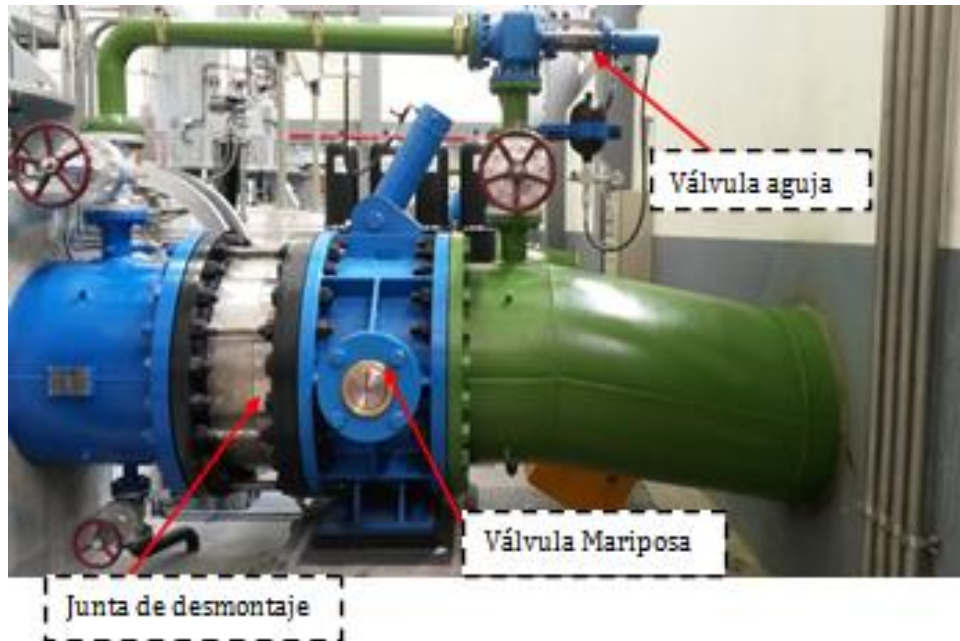


Fig. 43: Válvula mariposa y aguja



1 CÓDIGO: GT-INY0000

2 ELEMENTO:

Grupo turbogenerador - Turbina - Sistema de regulación - **Inyector**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo del conjunto de los cuatro inyectores de cada unidad de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar el mantenimiento de este elemento es necesario poner todo en mando manual, detener la máquina, cerrar las válvulas y colocar el seguro mecánico de la válvula, una vez verificadas estas condiciones se realizarán las siguientes acciones de mantenimiento.

La verificación de fugas en los testigos de los inyectores se realizará con la máquina en funcionamiento.

Para realizar mediciones el inyector debe estar en posición abierta y cerrada, mientras que la válvula mariposa estará cerrada y con el seguro mecánico puesto.

5.1 GT-INY0031: Fugas

La inspección de los testigos de aceite y agua de cada inyector se realizará con la máquina en funcionamiento; la verificación del ajuste de los pernos se realizará con la máquina parada.

- Se verificará que en el testigo de agua del inyector no se encuentre más de (4mm sobre el nivel marcado) de aceite, al igual que en el testigo de aceite no se debe observar más de (4mm sobre el nivel marcado) de agua, si estas medidas son superiores los sellos del inyector están dañados por lo que se requerirá reemplazarlos
- Elaborar informe para el indicar que se requiere un reemplazo de los sellos.
- Se verificará visualmente la existencia de fugas de aceite en el sistema oleo-hidráulico del HPU, para esto se verificarán las uniones y conexiones del sistema.
- Se verificará el ajuste de los pernos del cuerpo de la aguja con la punta, se revisará también al ajuste de los pernos de la tapa de la tobera este se realizará con una llave de 1”.

5.2 GT-INY0032: Desgaste

- Realizar una inspección visual para verificar si existe algún tipo de desgaste en los elementos numerados (IN 02) (IN 03) (IN 11) como se indica en la fig.7.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

- Palpar directamente las piezas para corroborar algún desgaste o deformación.
- Realizar mediciones especiales de ángulos de inclinación de los elementos (IN 03) (IN 11) indicados en la fig. 8, registrar datos.
- Comparar mediciones con los datos de diseño en planos As Built del elemento en cuestión, verificar tolerancia de desajuste.
- Elaborar informe analítico y fotográfico inmediato en caso de existir desgaste.
- Verificar con datos de revisiones anteriores.

5.3 GT-INY0033: Inspección transductor de desplazamiento

Coordinar la tarea con todo el equipo de operación y mantenimiento para mantener la unidad parada, con la válvula de guardia cerrada y el enclavamiento mecánico de seguridad colocado.

- Verificar el estado de la conexión física del transductor de desplazamiento micropulse Balluff.
- Coordinar visualización de posición de aguja en la pantalla del sistema SCADA y en sitio.

6 SEGURIDAD:

→ Llevar todos los implementos de seguridad.



- Cuidar de que la rejilla de mantenimiento esté debidamente ubicada en su sitio para realizar cualquier trabajo.
- Colocar la señalización preventiva de seguridad.

7 MATERIALES:

- ✓ Juego de llaves allen
- ✓ Llave hexagonal de 1"
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Apuntador laser
- ✓ Hoja de registro
- ✓ Cámara fotográfica

8 PERIODICIDAD:

Se inspeccionara los testigos de agua y aceite del inyector diariamente.

La inspección de fugas se realizara de forma semanal.

El ajuste de pernos se realizara de forma semestral.

Por recomendaciones del fabricante la tobera y la aguja tendrán una revisión anual o cuando la máquina se encuentra detenida.

La revisión de conexiones y sensores se realizara de forma anual o cuando la maquina se encuentre detenida.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO

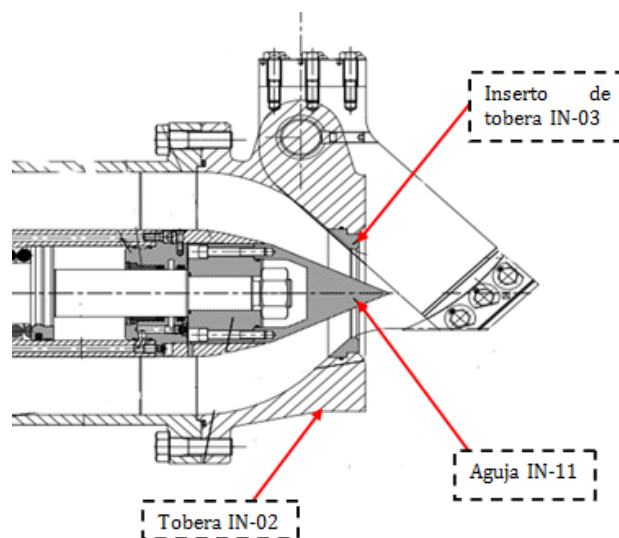


Fig. 44: Planos del inyector

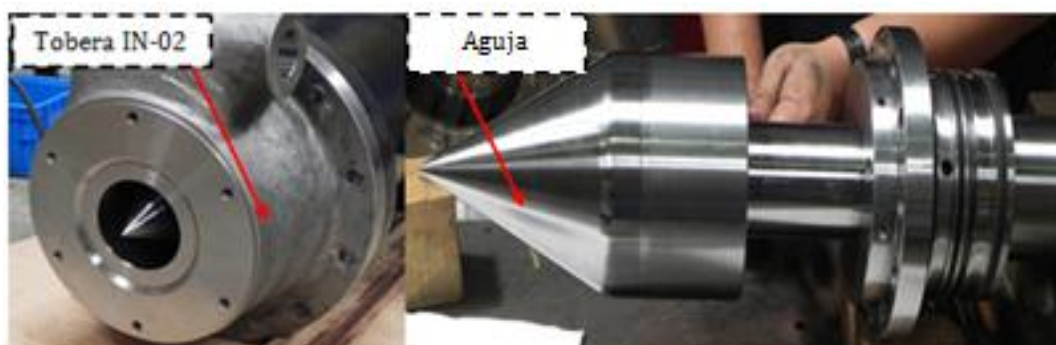


Fig. 45: Aguja y Tobera

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



Fig. 46: tubería de testigos

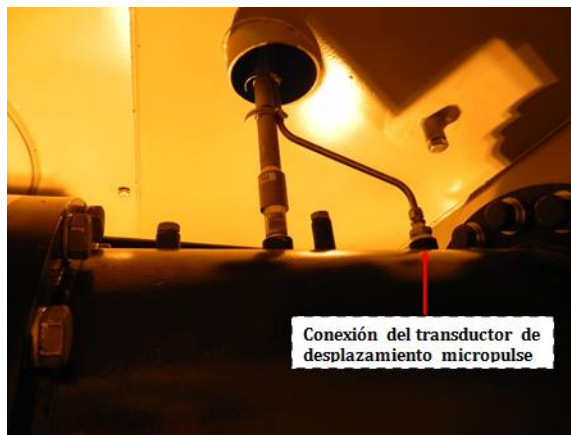


Fig. 47: Transductor de desplazamiento



Fig. 48: Testigos de agua y aceite



1 CÓDIGO: GT-DEF0000

2 ELEMENTO

Grupo Turbogenerador – Turbina – Sistema de regulación - **Deflector**

3 OBJETIVO

Establecer conjunto de instrucciones para realizar el mantenimiento preventivo de los deflectores de cada unidad de generación.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Personal de mantenimiento y Operador SCADA

5 PROCEDIMIENTO

Para realizar el mantenimiento de este elemento es necesario poner todo en mando manual, detener la máquina, cerrar las válvulas y colocar el seguro mecánico de la válvula, una vez verificadas estas condiciones se realizarán las siguientes acciones de mantenimiento

Coordinar tarea con todo el equipo de operación y mantenimiento para mantener la unidad parada, con la válvula de guardia cerrada y colocado el enclavamiento mecánico de seguridad.

5.1 GT-DEF0034: Fugas:

- Verificar visualmente si existe algún tipo de fuga de aceite o grasa de los cojinetes autolubricados de cada deflector indicados en la fig. 3. [Elementos (8) (9) (15) (16)]
- Realizar la apertura y cierre total de los cuatro deflectores, prestar atención si se presenta algún sonido que indique rotura de cojinetes o rodamientos.
- Elaborar informe inmediato en caso de algún sonido extraño, para programar el cambio de piezas.

5.2 GT-DEF0035: Desgaste:

- Realizar una inspección visual para verificar si existe algún tipo de desgaste en los elementos indicados en la fig. 4 numerados como (2) (4) (5).
- Palpar directamente las piezas para corroborar algún desgaste o porosidad.
- Elaborar informe analítico y fotográfico inmediato en caso de existir un mínimo desgaste.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.3 GT-DEF0036: Actuador del deflector

- Se verificara que el sistema de varillaje del deflector se mueva correctamente, para esto se desacopla el pistón y se procederá a mover manualmente las varillas estas deben desplazarse libremente sin trabas, si estas se oponen al desplazamiento es posible que uno de los muñones este dañado, si es ese el caso se procederá a informar al jefe de mantenimiento.
- Se verificara el funcionamiento del pistón del sistema, haciendo que este avance y retroceda sin dificultad cuando este se encuentra armado.
- Para el correcto funcionamiento se realizara el engrase de los muñones de los actuadores.

5.4 GT-DEF0037: Transductor de posición

- Verificar visualmente la conexión eléctrica del transductor de posición servomotor del deflector.
- Comprobar en sitio al manipular manualmente el sistema de accionamiento del grupo de los cuatro deflectores y verificar la visualización de la posición en la pantalla del sistema SCADA en sala de operación con operador de turno.

6 SEGURIDAD

- Llevar todos los implementos de seguridad.



- Cuidar de que la rejilla de mantenimiento esté debidamente ubicada en su sitio para realizar cualquier trabajo.
- Colocar la señalización preventiva de seguridad.

7 MATERIALES

- ✓ Franela o limpión
- ✓ Hoja de registro.
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Cámara fotográfica

8 PERIODICIDAD

Este elemento según fabricante no necesita un mantenimiento continuo, por lo que se considerará una revisión anual o cuando la máquina se encuentra detenida.

Se verificara el funcionamiento de los actuadores del deflector anualmente y el engrase de los muñones se realizara cada 6 meses

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO.

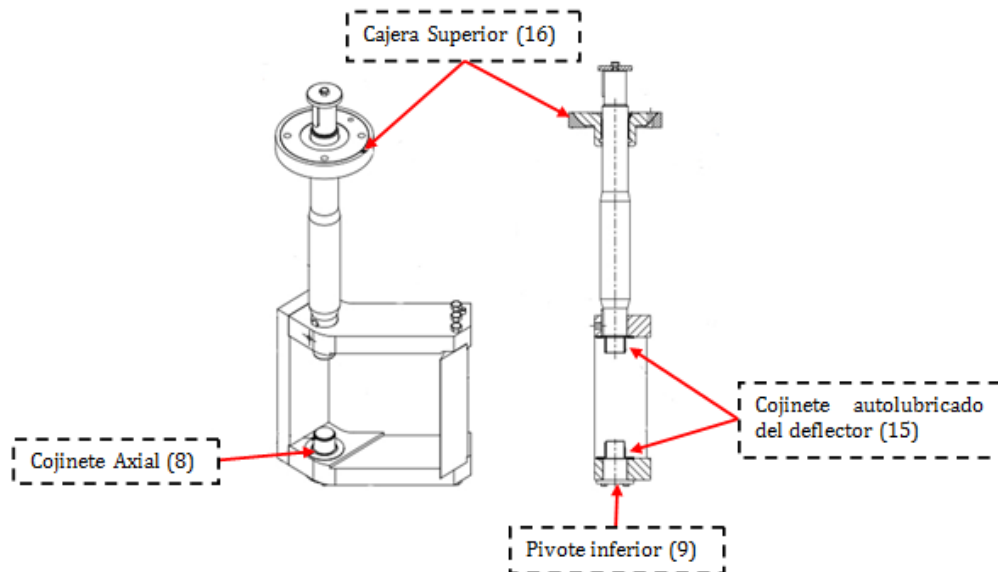


Fig. 49: Partes a revisar del deflector

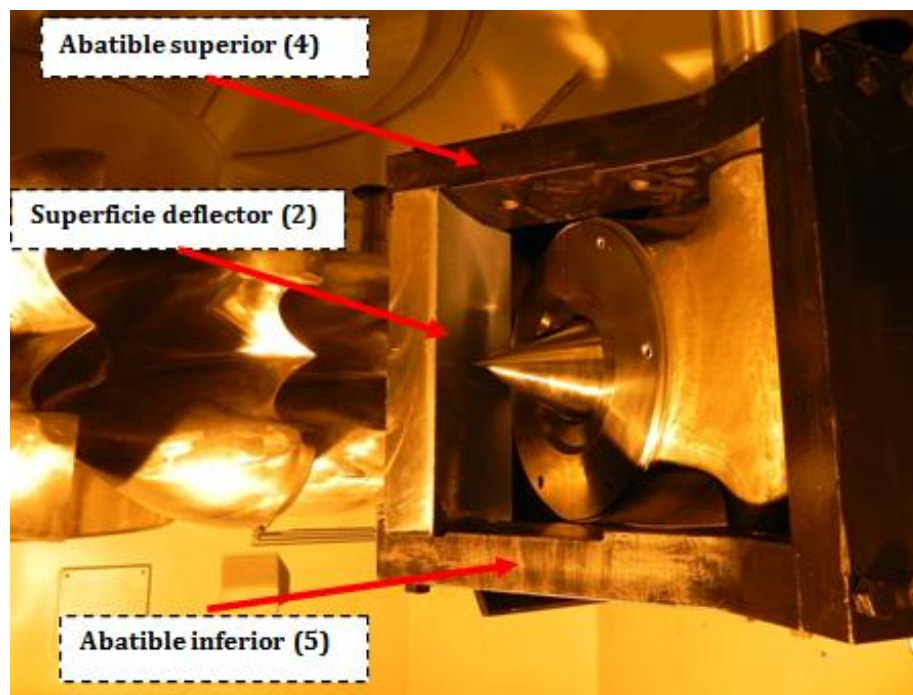


Fig. 50: Puntos de inspección del deflector

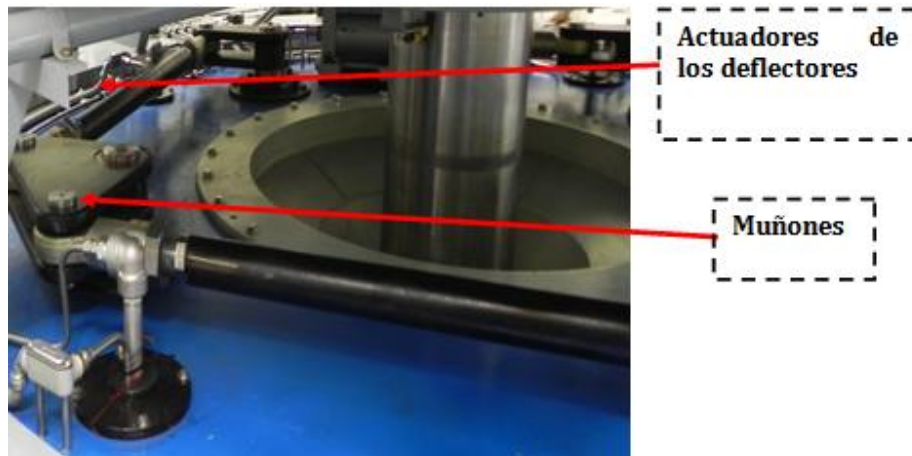


Fig. 51: Sistema de varillaje del deflector



1 CÓDIGO: GT-HPU0000

2 ELEMENTO

Grupo turbogenerador – Turbina - Sistema de regulación - **Unidad de Presión Hidráulica HPU de Control de válvulas, inyectores y deflectores.**

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de las unidades de presión hidráulicas de cada unidad de generación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas – Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Con el equipo en funcionamiento se realizarán las siguientes acciones.

5.1 GT-HPU0038: Limpieza

- Limpieza general superficial de todo el elemento, utilizar paños limpios de algodón o franelas.

5.2 GT-HPU0039: Ajuste

- Inspeccionar que todas las conexiones estén ajustadas, realizar el apriete o ajuste si fuese necesario.

5.3 GT-HPU0040: Fugas

- Inspeccionar visualmente si existe algún tipo de fugas.
- Cuando se realice un arranque de la unidad verificar previamente que todos los contactos estén colocados.
- Realizar la toma regular de los valores de temperatura y presión que se presentan en los displays y otros medidores para llevar registro y comparar con valores de SCADA.
- Cada bomba tiene un filtro de aceite, realizar el cambio cada vez que se realice un cambio de aceite.

6 SEGURIDAD

- Para la limpieza general no es necesario que la máquina esté parada.
- Llevar todos los implementos de seguridad.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



7 MATERIALES

- ✓ Paño o franela
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Repuestos de filtros de aceite en caso de cambio de aceite.

8 PERIODICIDAD

La limpieza general, el apriete de las conexiones de cables y tuberías se debe realizar mensualmente y cuando se haga un mantenimiento total de la unidad turbogeneradora.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO

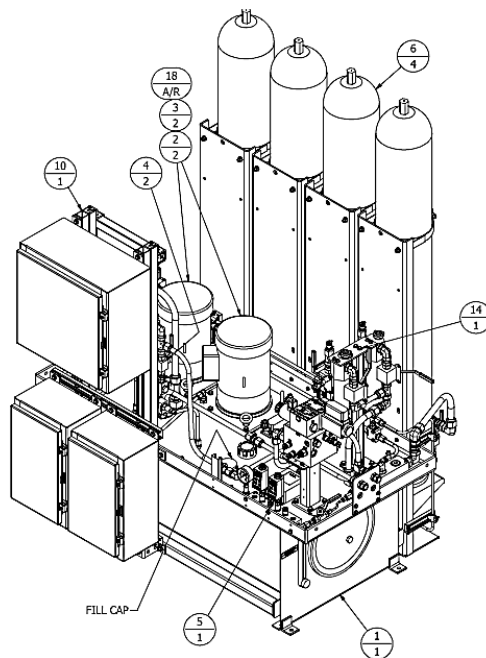


Fig. 52: HPU de válvulas, deflector e inyector

ANEXO B4

1 ÁREA DE POTENCIA

1.1 TRANSFORMADOR PRINCIPAL

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Transformador de potencia			
Tipo de servicio		Exterior	
Capacidad nominal [MVA]		8,61	
Norma		IEC 60076	
Grupo de conexión		YNd1	
Aceite aislante		ASTM d3487	
Fases		3	
Frecuencia[Hz]		60	
Voltaje nominal	H.V devanado [kv]	69	
	L.V devanado [kv]	6,3	
Tap	H.V devanado	69kv, $\pm 2 \times 2,5$ (5taps)	
	L.V devanado	-	
Tipo de enfriamiento		ONAN	
B.I.L	H.V devanado [kv]	350/450	
	devanados/bushimg		
línea /neutral	L.V devanado [kv]	60/110	
	devanados/bushimg		
Frecuencia industrial	H.V devanado [kv]	140	
	L.V devanado [kv]	20	
línea/neutral			
% impedancia [%]		7,7	
Perdidas en el vacío [w]		10.000	
Perdidas en el cobre [w]		50.000	
corriente de excitación [%]		1.0	
Material de los devanados (H.v/L.v)		cobre/cobre	

Tabla 30: Características Técnicas del transformador Principal



Fig. 53: Transformador Principal

1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INTERRUPTOR DE 69kV:

INTERRUPTOR DE POTENCIA	INTERRUPTOR MODELO 3APT-F6	
TIPO TANQUE VIVO TRIPOLAR		
SERVICIO INTEMPERIE		
Marca	SIEMENS	
Tensión nominal	145	kV
Tensión de aguante al impulso por rayo	650	kV
Tensión de aguante nominal a la frecuencia del sistema, valor eficaz (1 MIN) (S y H)	275	kV
Distancia de fuga mínima específica	25	mm/kV ff
Tensión de aguante al impulso por maniobra	NA	-
Frecuencia nominal	60	Hz
Corriente nominal	2000	A
Corriente interruptiva de corto circuito	40	kA
Secuencia nominal de operación	A-0-3seg-CA-3min-CA	-
Tipo de mecanismo	Resorte / tripolar	-
Corriente sostenida de corta duración 1seg	40	kA
Corriente nominal de interrupción fuera de fases	10	kA
Tensión de control de los dispositivos de cierre y apertura	125	VCD
Tensión de motor	125	VCD
Tensión de calefacción	120	VCA
Masa total del interruptor	1400	Kg
Carga total de gas SF6	8,1	Kg
Presion de operación del SF6	0,60	MPa
Presion de alarma del SF6	0,52	MPa
Presion de bloqueo del SF6	0,50	MPa

Tabla 31: Características Interruptor de 69kv

CAPACIDAD DE AISLAMIENTO SEGÚN IEC

Tensión de ensayo soportada a frecuencia industrial:	
Respecto a tierra	275 kV
A través del interruptor de potencia abierto	275 kV
Entre polos	275 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo:	
Respecto a tierra	650 kV
A través del interruptor de potencia abierto	650 kV
Entre polos	650 kV
Distancia disruptiva:	
Respecto a tierra	1250 mm
A través del interruptor de potencia abierto	1200 mm
Entre polos	1360 mm
Línea de fuga mínima:	
Respecto a tierra	3625 mm
A través del interruptor de potencia abierto	3625 mm
Duración mínima de la orden (cierre)	80 ms
Duración mínima de la orden (apertura)	80 ms
Tiempo de cierre	57 ms ± 6 ms
Tiempo de apertura	31 ms ± 3 ms
Tiempo de interrupción nominal	≤ 50 ms
Tiempo de cierre / apertura	30 ms ± 10 ms
Tiempo muerto	300 ms

Tabla 32: Tabal de Aislamientos

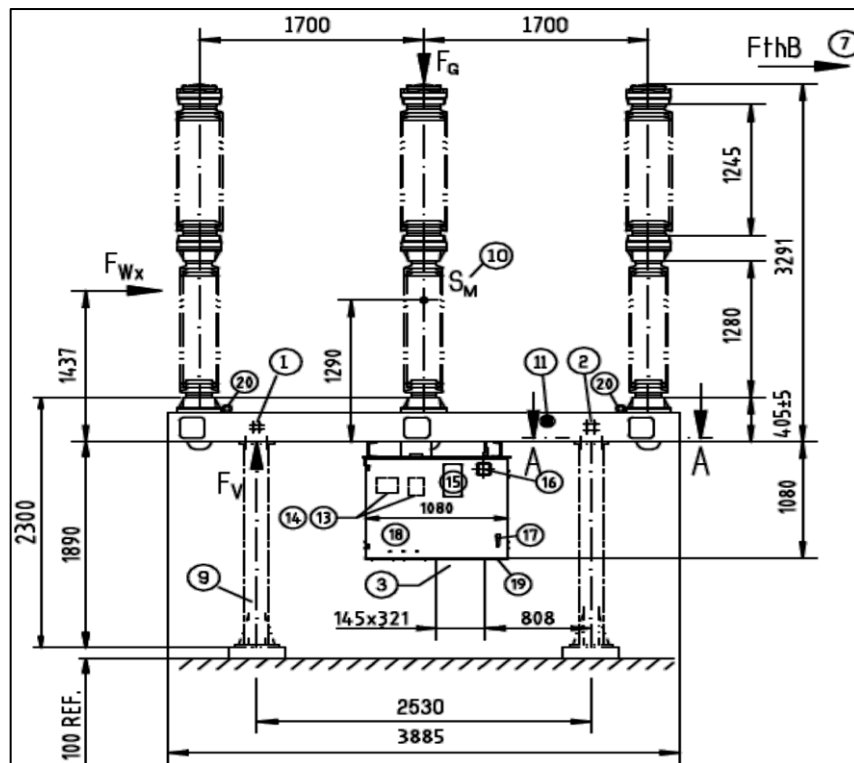


Fig. 54: Interruptor 69kv

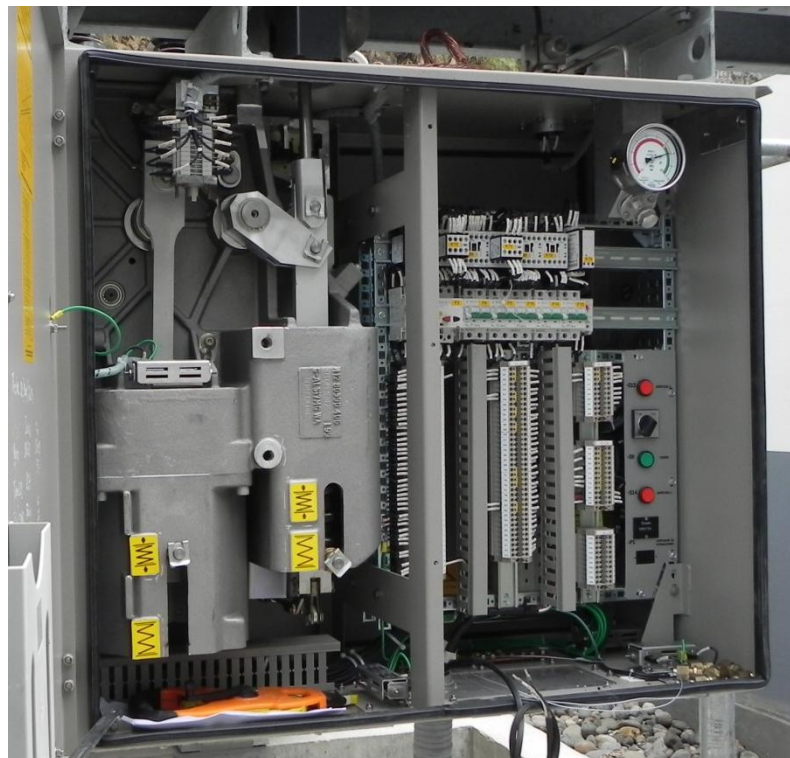


Fig. 55: Tablero del Interruptor 69kv

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

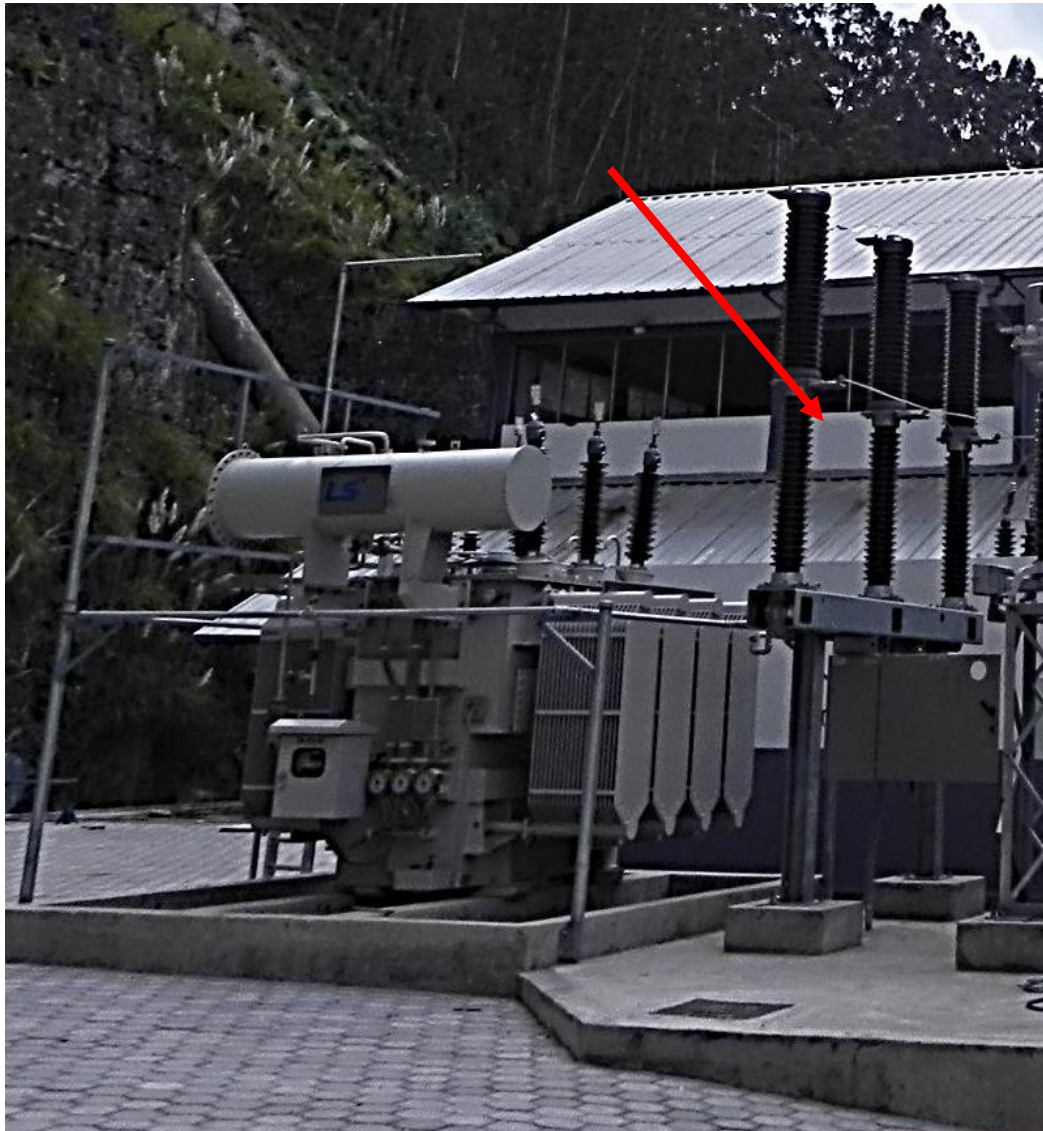


Fig. 56: Interruptor 69kv

1.3 SECCIONADORES

La selección de un interruptor de potencia se basa en los siguientes parámetros:

Protección de los contactos, tanto de los fijos como los móviles.

La dimensión de los contactos, en función de la cantidad de corriente que circulará por los mismos, la cantidad de calor que va a disipar y de la robustez mecánica.

Corriente nominal (I_N) que debe soportar en forma permanente sin que se produzca un calentamiento en sus contactos.

Corriente de sobrecarga (I_S), corriente por encima de la corriente nominal que puede soportar durante un tiempo determinado sin sufrir avería ni alteraciones que puedan modificar su sistema de funcionamiento.

Intensidad de límite térmica (I_{th}) es la corriente que puede soportar un seccionador durante un segundo sin calentarse excesivamente.

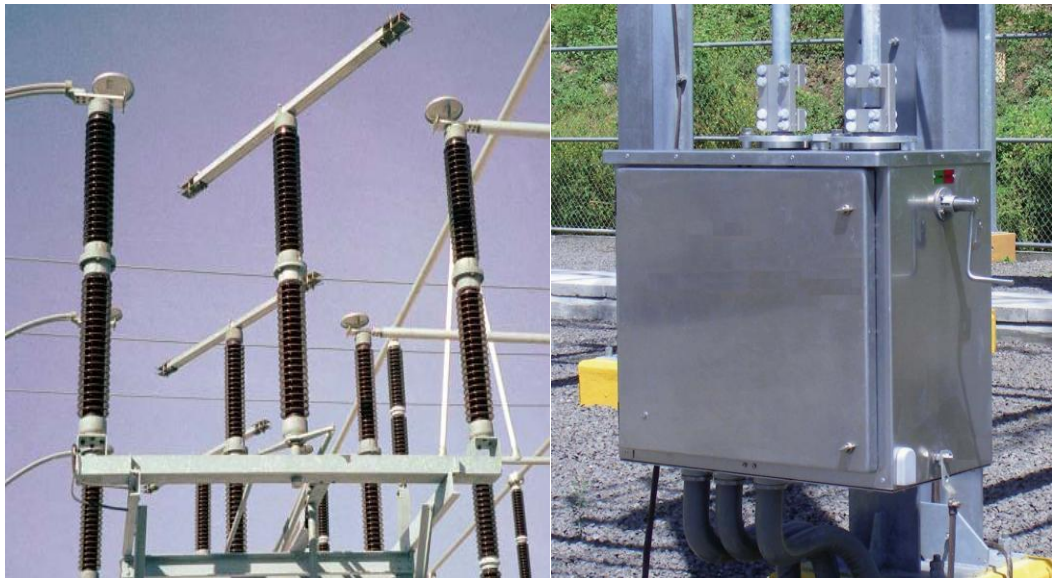


Fig. 57: Seccionadores y tablero de Seccionadores

Características técnicas seccionadores con cuchillas de puesta a tierra:

SECCIONADORES CON CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA DE 69 KV		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
TIPO:	DOUBLE SIDE BREAK, 3 COLUMNS HORIZONTAL	
CANTIDAD:	1	
NORMA:	IEC 62271-102	
NUMERO DE POLOS:	3	
VOLTAJE NOMINAL:	72,5	kV
VOLTAJE SOPORTABLE A IMPULSO ATMOSFÉRICO:		
A TIERRA Y ENTRE POLOS	450	kVpic
A TRAVÉS DE LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	520	kVpic
VOLTAJE SOPORTABLE A FRECUENCIA INDUSTRIAL:		
A TIERRA Y ENTRE POLOS	185	kVrms
A TRAVÉS DE LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	210	kVrms
MÍNIMA DISTANCIA DE CONTOREO EN LOS AISLADORES:	1815	Mm
FRECUENCIA NOMINAL:	60	Hz
CORRIENTE NOMINAL DE OPERACIÓN NORMAL:	200	A
CORRIENTE NOMINAL SOPORTABLE DE CORTA DURACIÓN 1A (CUCHILLAS PRINCIPALES Y DE PUESTA A TIERRA):	10	kA
DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO:	1	S
MÁXIMO VOLTAJE DE RADIO- INTERFERENCIA:	<2500	μV

Tabla 33: Características Seccionadores con Cuchilla de Puesta a Tierra

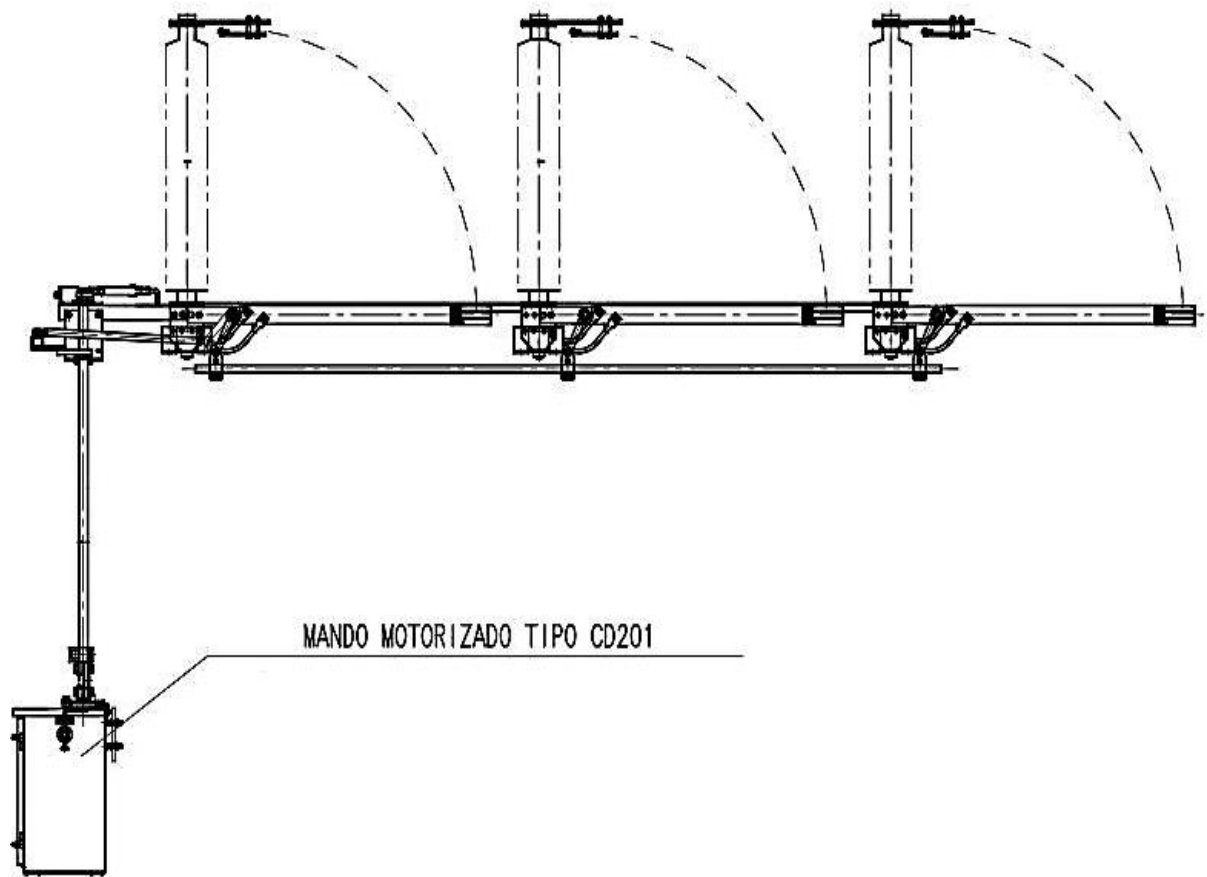


Fig. 58: Seccionador con Cuchillas de Puesta a Tierra

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SECCIONADORES SIN CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA:

SECCIONADORES SIN CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA DE 69 KV		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
TIPO:	DOUBLE SIDE BREAK, 3 COLUMNS HORIZONTAL	
CANTIDAD:	2	
NORMA:	IEC 62271-102	
NUMERO DE POLOS:	3	
VOLTAJE NOMINAL:	72,5	kV
VOLTAJE SOPORTABLE A IMPULSO ATMOSFÉRICO:		
A TIERRA Y ENTRE POLOS	450	kVpic
A TRAVÉS DE LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	520	kVpic
VOLTAJE SOPORTABLE A FRECUENCIA INDUSTRIAL:		
A TIERRA Y ENTRE POLOS	185	kVrms
A TRAVÉS DE LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	210	kVrms
MÍNIMA DISTANCIA DE CONTORNEO EN LOS AISLADORES:	1815	mm
FRECUENCIA NOMINAL:	60	Hz
CORRIENTE NOMINAL DE OPERACIÓN NORMAL:	200	A
CORRIENTE NOMINAL SOPORTABLE DE CORTA DURACIÓN 1A (CUCHILLAS PRINCIPALES Y DE PUESTA A TIERRA):	10	kA
DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO:	1	s
MÁXIMO VOLTAJE DE RADIO- INTERFERENCIA:	<2500	μV

Tabla 34: Características Seccionadores sin Cuchillas de puesta Tierra

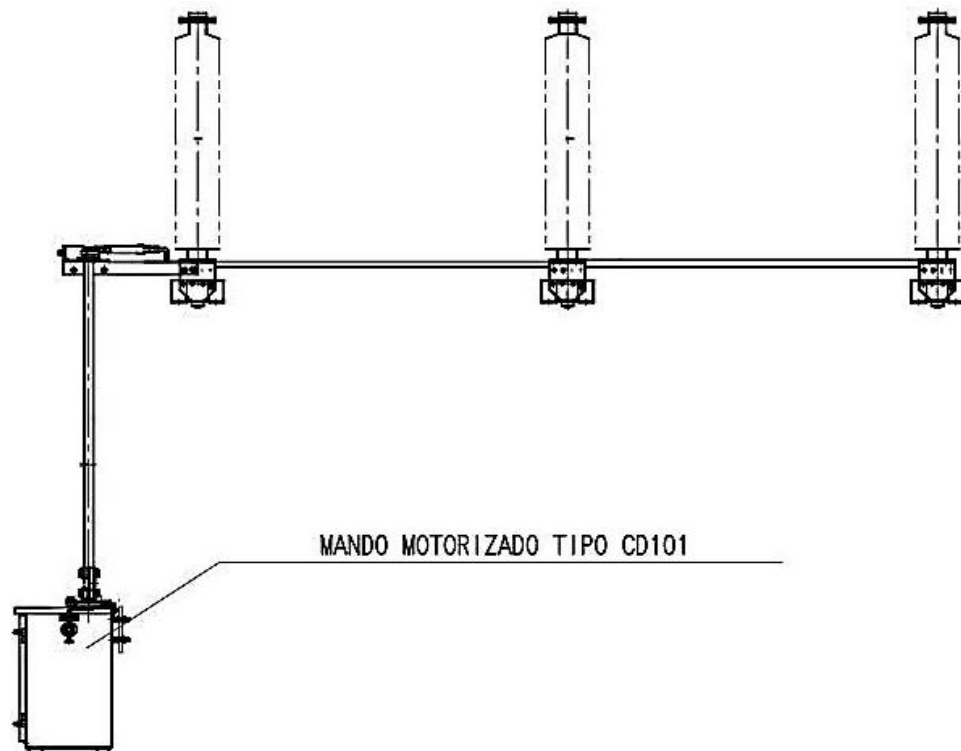


Fig. 59: Seccionadores Sin Cuchillas de Puesta a Tierra

1.4 PARARRAYOS

Características técnicas de descargador de sobretensiones o pararrayos

DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES (PARARRAYOS)		
DATOS DEL SISTEMA		
Tensión nominal del sistema	69	kV
Tensión máxima de servicio entre fases (Um)	72,5	kV
Nivel de aislamiento del equipo que se protege (BIL)	450	kV
Puesta a tierra del sistema	Rígida	
frecuencia nominal o industrial	60	Hz
DATOS ELÉCTRICOS		
Norma	IEC 60099-4	
Tensión nominal del pararrayos (Ur)	60	kV
Tensión de operación continua (Uc)	48	kV
Intensidad nominal de descarga (In 8/20 µs)	10	KA
Clase de descarga de línea	3	
Corriente resistida a impulso de larga duración (2 ms)	1100	A
Resistencia a impulso de alta corriente (4/10 µs)	100	kA
Intensidad nominal de cortocircuito (0,2 s)	65	kA
Tensión residual máxima para:		
10 kA 1/2 µs	150	kV
5 kA 8/20 µs	133	kV
10 kA 8/20 µs	141	kV
20 kA 8/20 µs	157	kV
40 kA 8/20 µs	178	kV
500 A 30/60 µs	113	kV
1 kA 30/60 µs	116	kV
2kA 30/60 µs	121	kV
Sobretensiones temporales 1s	64,5	kV
Sobretensiones temporales 10s	60	kV
Capacidad de absorción de energía - térmica	8	KJ/kVr
Capacidad de absorción de energía - impulso	5	KJ/kVr
Nivel de aislamiento a frecuencia ind. (1min. Húmedo)	266	kV
Nivel de aislamiento a impulso atmosférico (1,2/50 µs)	571	kV
DATOS MECÁNICOS		
Altura (H)	1062	Mm
Distancia de fuga	3820	Mm
Peso	32,9	Kg
Material y color de la envolvente	Silicona, gris	
Fuerza máxima estática especificada en el cabezal, SLL (Fstat)	2630	N
Fuerza máxima dinámica especificada en el terminal, SSL (Fdyn)	3760	N

Tabla 35: Características pararrayos

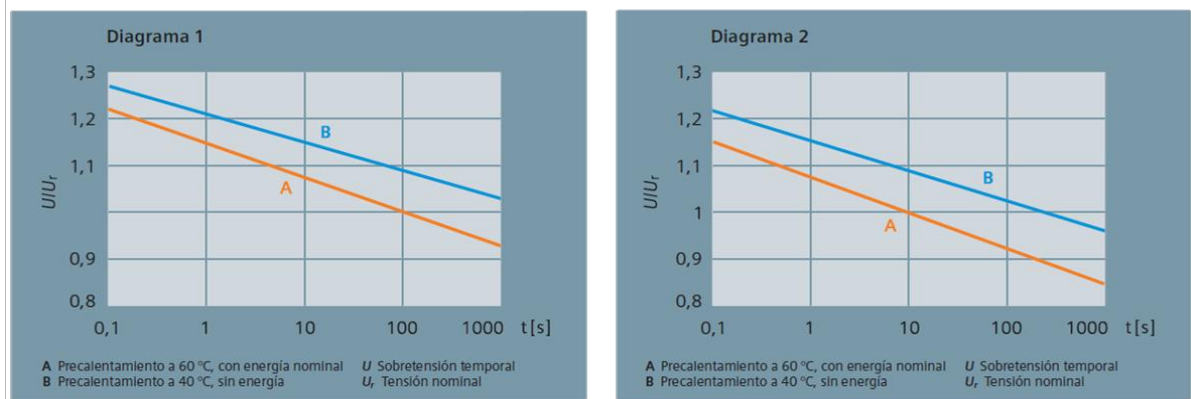


Fig. 60: Diagrama Característico de tensión industrial-Tiempo (en caso de sobretensión temporal)

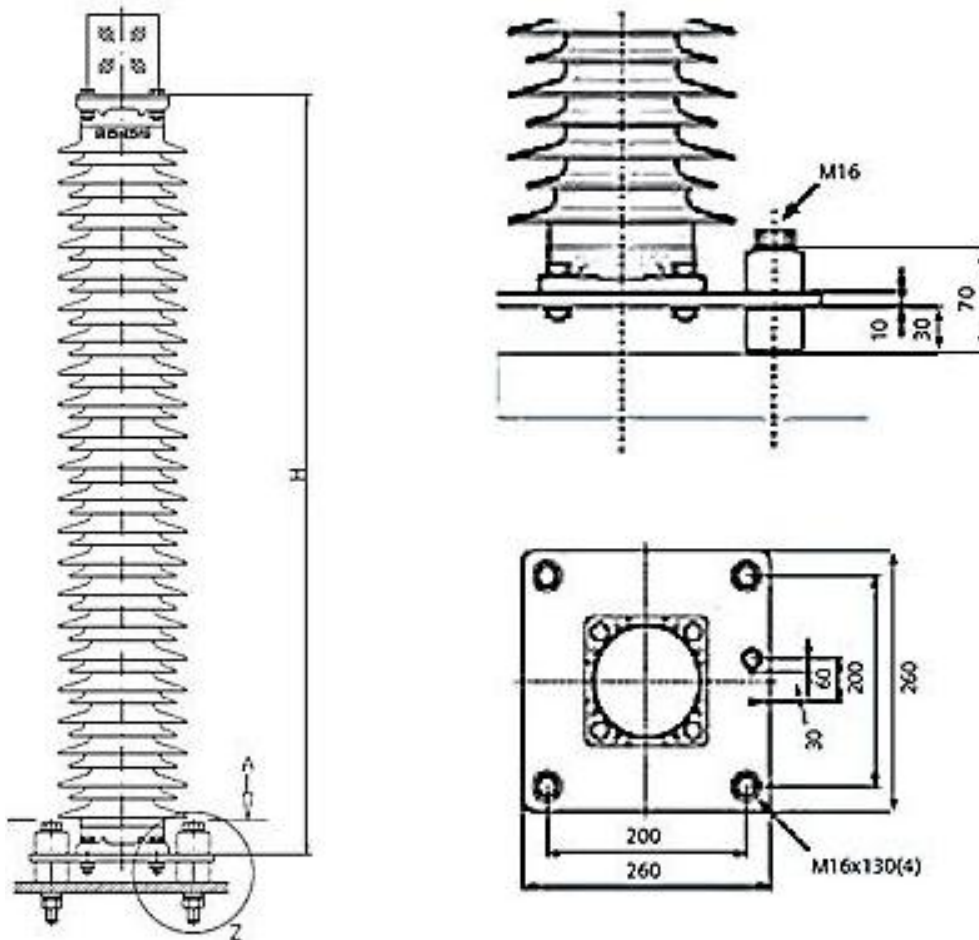


Fig. 61: Esquema Descargadores de Sobretensión

Tania J. Duchí M.

Alfredo E. Peralta A.

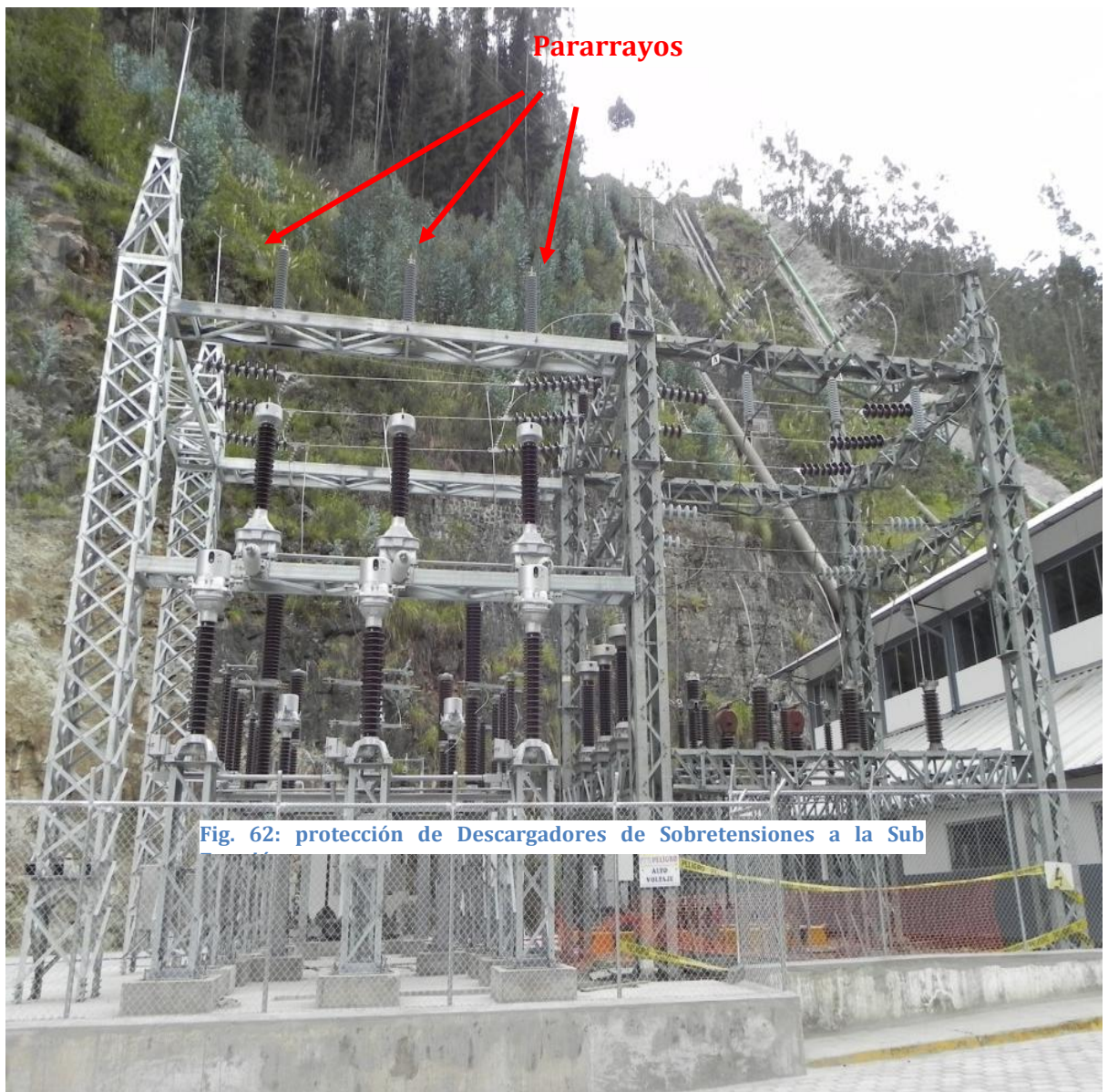


Fig. 62: protección de Descargadores de Sobretensiones a la Sub

Fig. 63: Puntas Franklin

1.6 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TC's

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (TC'S EN TRANSFORMADOR):

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (TC-101 y TC-102)		
TRANSFORMADOR		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
NORMA	IEC-60044-1	
CANTIDAD	6	
SITIO DE INSTALACIÓN	INTEMPERIE	
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES		
Voltaje nominal primario (fase - neutro)	$69/\sqrt{3}$	kV
Corriente nominal primaria	200	A
Corriente nominal secundaria	5/5/5/5	A
Corriente máxima permanente	120	%
Corriente nominal de corta duración (1s)	8	kArms
Corriente dinámica	20	kA pico
Niveles nominales de aislamiento		
Rigidez dieléctrica a frecuencia industrial (1 min)	185	kV,rms
Rigidez dieléctrica a onda de impulso	450	kV,pico
CAPACIDAD NOMINAL DE SALIDA (BURDEN) Y CLASE DE PRECISIÓN		
Devanado secundario 1		
Precisión /carga (burden)	5P20/30 VA	/VA
Devanado secundario 2		
Precisión /carga (burden) para medición	Cl. 0,2/30 VA	/VA
Devanado secundario 3		
Precisión/carga (burden)	5P20/30 VA	/VA
Devanado secundario 4		
Precisión/carga (burden)	5P20/30 VA	/VA
DISTANCIA MÍNIMA DE CONTORNEO (CREEPAGE) DEL AISLAMIENTO	3150	Mm

Tabla 36: Características Transformador de Corriente

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (TC'S EN LÍNEA):

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (TC-L)		
LÍNEA 69 kV		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
NORMA	IEC-60044-1	
CANTIDAD	3	
SITIO DE INSTALACIÓN	INTEMPERIE	
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES		
Voltaje nominal primario (fase - neutro)	$69/\sqrt{3}$	kV
Corriente nominal primaria	200	A
Corriente nominal secundaria	5/5/5/5	A
Corriente máxima permanente	120	%
Corriente nominal de corta duración (1s)	8	kArms
Corriente dinámica	20	kA pico
Niveles nominales de aislamiento		
Rigidez dieléctrica a frecuencia industrial (1 min)	185	kV,rms
Rigidez dieléctrica a onda de impulso	450	kV,pico
CAPACIDAD NOMINAL DE SALIDA (BURDEN) Y CLASE DE PRECISIÓN		
Devanado secundario 1		
Precisión /carga (burden)	5P20/30 VA	/VA
Devanado secundario 2		
Precisión /carga (burden)	5P20/30 VA	/VA
Devanado secundario 3		
Precisión/carga (burden) para medición	Cl. 0,2/30 VA	/VA
Devanado secundario 4		
Precisión/carga (burden)	5P20/30 VA	/VA
DISTANCIA MÍNIMA DE CONTORNEO (CREEPAGE) DEL AISLAMIENTO	3150	Mm

Tabla 37: características Transformador de Corriente TC-L

La clase o precisión de los devanados es la siguiente:

Devanado 1:	Clase 0,2
Devanado 2:	Clase 5P/20
Devanado 3:	Clase 5P/20
Devanado 4:	Clase 5P/20

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

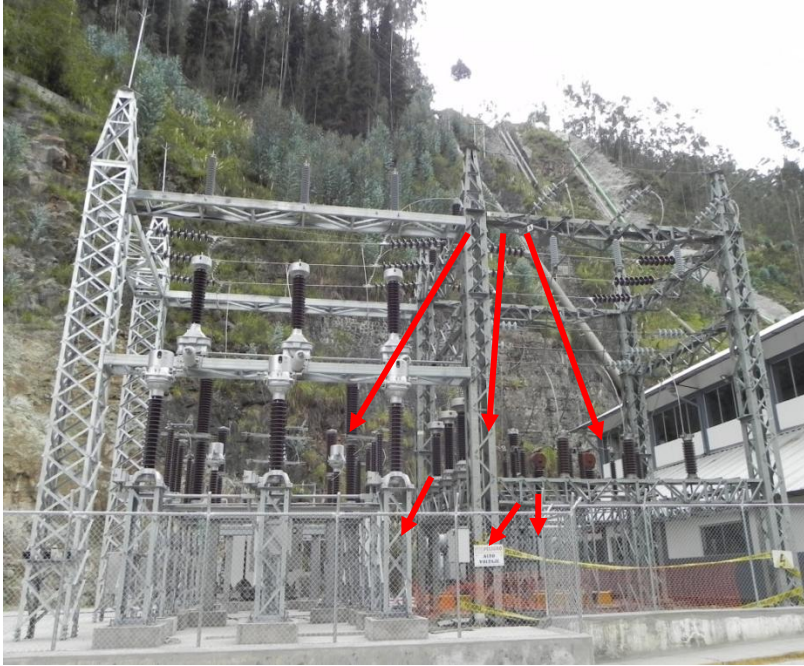


Fig. 64: Transformadores de Corriente Instalados en la Subestación



Fig. 65: Transformador de Corriente

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



Fig. 66: Tablero transformador de Corriente

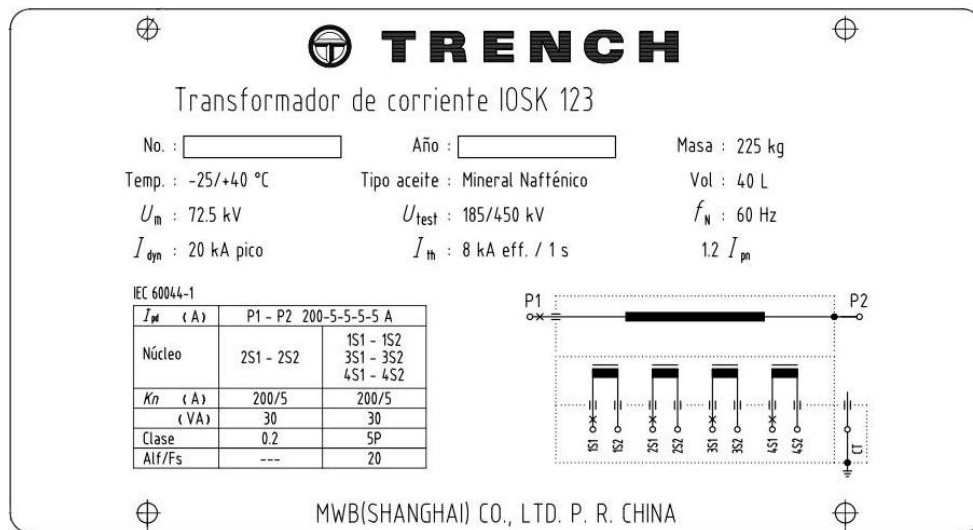


Fig. 67: Placa de transformador de Corriente

1.7 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Para seleccionar un transformador de tensión deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

Error de tensión o de relación (ϵ_v), es la desviación que existe entre la tensión que se obtiene en el secundario respecto a la que tendría en condiciones ideales. Se expresa en tanto por ciento.

Error de fase o de ángulo, que indica la diferencia de fase entre los valores de primario y secundario.

Factor de tensión nominal, es aquel por el que hay que multiplicar la tensión del primario nominal para obtener la tensión máxima a la que el transformador cumple las condiciones de calentamiento y precisión impuestas.

Clase de precisión, que indica el valor máximo de error de tensión permitido.

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD
NORMA	IEC-60044-2	
CANTIDAD	3	
SITIO DE INSTALACIÓN	INTEMPERIE	
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES		
VOLTAJE NOMINAL PRIMARIO (FASE - TIERRA)	$69/\sqrt{3}$	kV
VOLTAJE NOMINAL DE SALIDA		
devanado secundario 1 para protección	$115/\sqrt{3}$	V
devanado secundario 2 para protección	$115/\sqrt{3}$	V
devanado secundario 3 para protección	$115/\sqrt{3}$	V
FACTOR DE VOLTAJE	120	%
LÍMITE TÉRMICO DE CARGA	1000	VA
NIVELES NOMINALES DE AISLAMIENTO		
RIGIDEZ DIELECTRICA A FRECUENCIA INDUSTRIAL (1 MIN)	185	kV, rms
RIGIDEZ DIELECTRICA A ONDA DE IMPULSO	450	kV, pico
CAPACIDAD NOMINAL DE SALIDA (BURDEN) Y CLASE DE PRECISIÓN		
devanado secundario 1		
carga (burden)	60	VA
precisión para protección	3p	%
devanado secundario 2		
carga (burden)	60	VA
precisión para medición	0,2	
DISTANCIA MÍNIMA DE CONTORNEO (CREEPAGE) DEL AISLAMIENTO	2460	mm

Tabla 38: Características del Transformador de Potencia

La clase o precisión de los devanados secundarios es la siguiente:

Devanado 1: Clase 3P (Protección)

Devanado 2: Clase 3P (Protección)

Devanado 3: Clase 0.2 (Medición)



Fig. 68: Transformador de Potencial



Fig. 69: Transformadores de Potencial Instalados en la Subestación

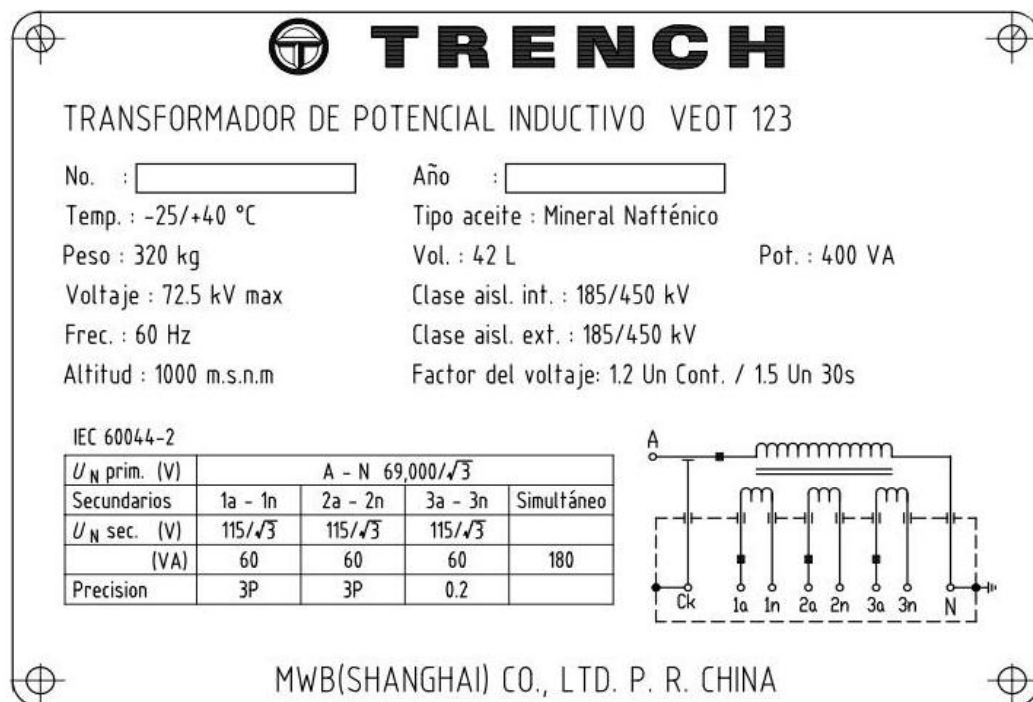


Fig. 70: Placa de transformadores de Potencial

ANEXO B5

MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE PATIO

SISTEMA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA

Para realizar las acciones de mantenimiento en el transformador de 8.61MVA, se debe considerar las siguientes recomendaciones para evitar daños al personal de mantenimiento y equipos.

- Cuando el transformador se encuentre en funcionamiento no se debe tocar la cubierta.
- Cuando el De-Energized Tap Changers del transformador este energizado no se debe operar
- No aplicar voltaje o carga al transformador cuando el nivel del aceite aislante nulo o no sea normal.
- No realizar operaciones de filtrado o vaciado cuando el transformador este energizado
- Se debe apagar el tablero de control antes de algún remplazo o inspección de este
- Los terminales del secundario del Bushing Current Transformer deben ser cortocircuitados o conectado a la carga para evitar daños en el terminal.
- No se removerá el dispositivo de alivio de presión
- No cambiar la conexión de los cables descritos en el diagrama de cableado o en la placa.

2 CÓDIGO: AP-TP000
3 ELEMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Carcasa y conexiones

4 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de la carcasa del transformador.

5 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



6 PROCEDIMIENTO

Para realizar el ajuste, pintura y revisión de refuerzos del transformador es necesario que el transformador principal se encuentre desenergizado.

6.1 AP-TP001: Pintura

- Se realizará una inspección visual para comprobar el estado de la pintura, se prestara atención a las uniones, si se encuentra despintado o con corrosión se debe aplicar una cubierta de pintura inmediatamente.
- Para realizar el pintado es necesario que se lije una superficie de mayor área que la corrosión (5cm más), se limpiara el área con una franela y se procederá a pintar.
- Cuando se realice el recubrimiento, tener cuidado de no pintar los elementos, si ocurre deberá ser limpiado inmediatamente con diluyente o gasolina.

6.2 AP-TP002: Ajuste de pernos

- Se realizara una verificación del ajuste de los pernos de sujeción de la carcasa si estos se encuentran flojos se procederá a realizar el apriete.
- Se verificaran ruidos anormales al funcionamiento del transformador, los cuales pueden ser por elementos que se encuentran flojos o por descargas por las fluctuaciones de voltaje
- Se revisara el ajuste de las conexiones de línea del transformador, se verificara mediante una cámara termográfica la existencia de puntos calientes, si existen es probable que las conexiones estén flojas por lo que se debe ajustarlas.

6.3 AP-TP003: Corrosión Refuerzo

- El óxido en los refuerzos puede ser causado por la humedad que puede penetrar a través de los empaques de los pernos sujetos a los refuerzos o las condiciones dieléctricas de los cables en el panel de control pueden empeorar por la penetración de aceite.

6.4 AP-TP004: Fugas Refuerzo

- Se realizara la inspección en los refuerzos abriendo las tapas y compuertas de inspección, si se encuentran rastros de fuga de aceite y agua, las condiciones de soldadura y empaques de los pernos deberán ser revisadas, en caso de encontrar algunos dañados, repararlos inmediatamente.

6.5 AP-TP005: Ductos y barras

- Se debe realizar una verificación visual del estado de los ductos de las barras y tanque.
- Se verificara el estado de las conexiones a tierra del transformador si estas se encuentran flojas se debe realizar un ajuste.

7 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



8 MATERIALES

- ✓ Juego de llaves hexagonales
- ✓ Juego de llaves corona
- ✓ Juego de destornilladores
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Lija del # 100
- ✓ Pintura primaria de poliuretano de color rojizo
- ✓ Pintura intermedia acrílico de uretano color munsell # N7
- ✓ Pintura externa acrílico de uretano color Rall 7044
- ✓ Disolvente

9 PERIODICIDAD

Inspección y revisión de los puntos antes mencionados se realizaran una vez al año

10 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 71: Transformador principal



1 CÓDIGO: AP-TPB000

2 ELEMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Bushings

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de los indicadores de temperatura y aceite del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

El transformador debe encontrarse desenergizado y con la pértiga de puesta a tierra colocado para realizar la limpieza de los bushings.

5.1 AP-TPB006: Limpieza:

- Se inspeccionará visualmente la acumulación de polvo en la porcelana de los bushings.
- Se procederá a limpiarlos echando agua para limpiar el polvo superficial, si el polvo no se retira en su totalidad se pasará un paño para limpiar la suciedad que no se ha retirado. Esto se debe realizar con el transformador desenergizado, no se deberá tocar el bushing con la mano descubierta.

5.2 AP-TPB007: Inspección de aceite

- Se debe realizar una inspección regular del nivel y temperatura del aceite.
- Si se observa que el nivel de aceite baja se debe poner aceite en el taque, esto solo se realizara con la aprobación del ingeniero calificado para realizar estas acciones.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Franela o limpión
- ✓ Manguera

8 PERIODICIDAD

El ajuste y revisión se realizarán cada 2 años, la inspección y limpieza de la porcelana se realizará de forma anual, estas acciones se realizarán en 1 día.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO

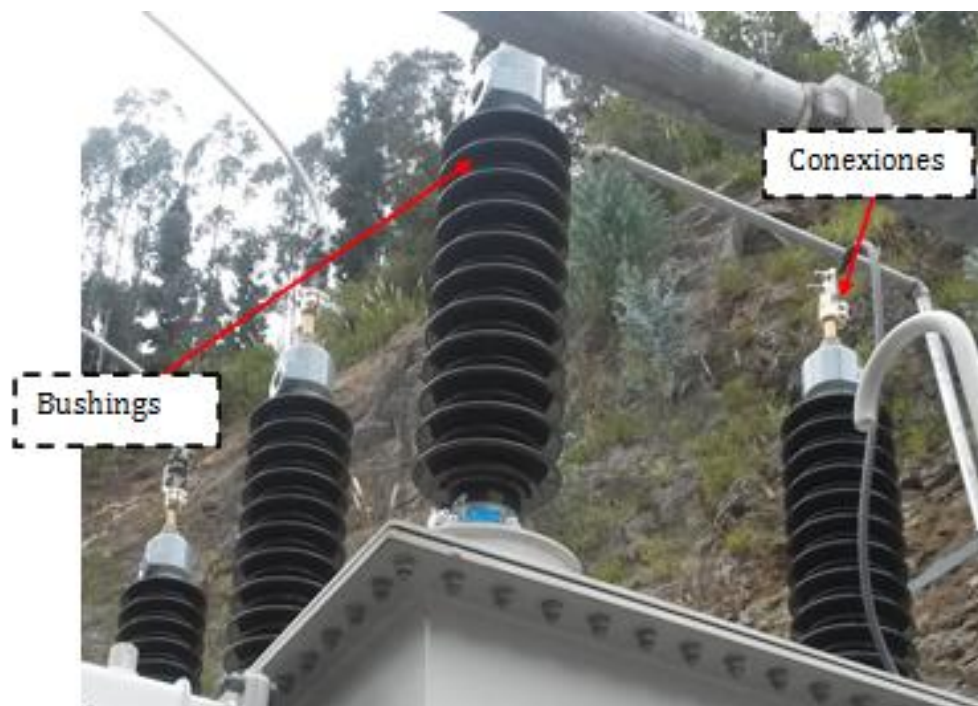


Fig. 72: Bushings del transformador



1 CÓDIGO: AP-TPR000

2 ELEMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Respirador

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo del respirador del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Para la verificación del color del gel y nivel de aceite el transformador debe estar operando.

Para el cambio del gel y cambio de aceite el transformador debe encontrarse desenergizado.

5.1 AP-TPR008: Cambio de gel del respirador

- Se verificara visualmente el color del gel de silicio del respirador
- Si el cambio de color del gel sobrepasa 2/3 del respirador es necesario remplazar el gel.
- Se procederá a dejar que el gel se seque y pierda toda la humedad para proceder a reciclarlo.

5.2 AP-TPR009: Niveles de aceite

- Verificaremos el nivel de aceite del reservorio pegado en la parte inferior del respirador
- Si este es bajo se procederá a llenarlo de aceite, verificando que no se sobrepase el nivel indicado.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

7 MATERIALES

- ✓ Cambio de Gel de silicio
- ✓ Aceite para el respirador

8 PERIODICIDAD

La inspección del color del gel de silicio y el nivel de aceite se debe realizar de forma anual y el cambio del gel se llevara a cabo cuando este sobrepase los 2/3 del respirador, estas acciones se desarrollaran en un tiempo de 1 día.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO

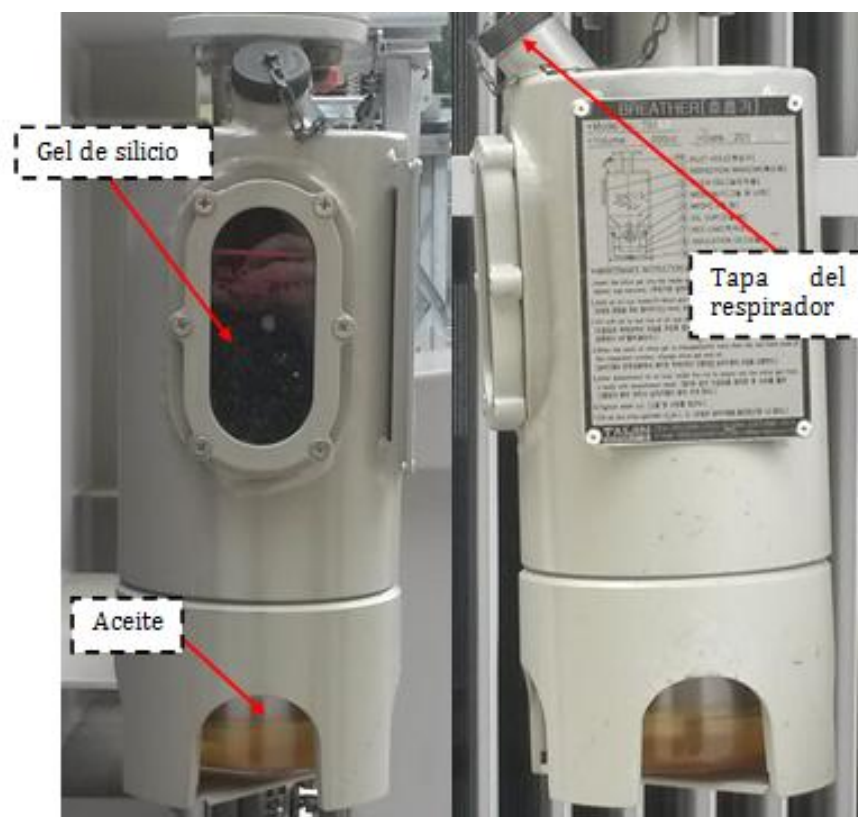


Fig. 73: Respirador



1 CÓDIGO: AP-TPE000

2 ELEMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Sistema de enfriamiento

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo del sistema de enfriamiento del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

El personal no debe tocar el transformador para realizar la limpieza del radiador hasta que este se encuentre completamente desenergizado.

5.1 AP-TPE010: Limpieza de radiador

- El radiador debe ser limpiado con agua desmineralizada con cuidado de no hacer que esta ingrese en otros elementos que pueden dañarse por la presencia del agua.

5.2 AP-TPE011: Revisión bomba de aceite

- El aceite en la bomba del motor cumple funciones lubricantes para el rodamiento.
- Se revisara la presencia de ruido y vibración del motor. Y en caso de detectar operación anormal, se informara al jefe de mantenimiento para determinar las operaciones correctas.

5.3 AP-TPE012: Fugas

- Revisar fugas de aceite en tubería y tanque. Si existen, se debe aflojar el perno y cambiar el empaque.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

7 MATERIALES

- ✓ Vibrómetro
- ✓ Juego de llaves de tuercas
- ✓ Empaque de repuesto

8 PERIODICIDAD

La verificación de fugas se realizara de forma mensual

La limpieza y verificación de la bomba de aceite se realizara de forma anual

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO

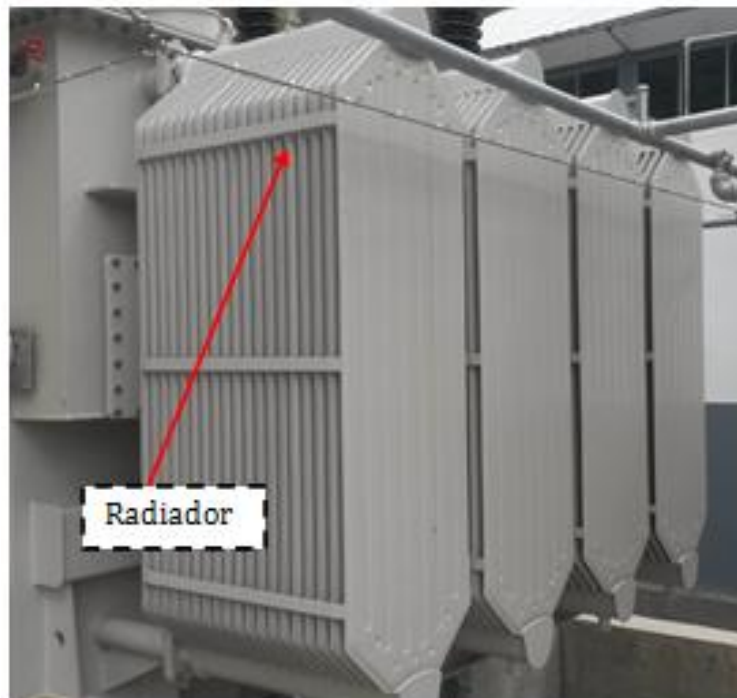


Fig. 74: Radiador



1 CÓDIGO: AP-TPC000

2 ELEMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Panel de control y Bushing Current Transformer (B.C.T)

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo del tablero de control y B.C.T del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO.

Se debe apagar el tablero de control antes de algún remplazo o inspección.

Los terminales del secundario del Bushing Current Transformer deben ser cortocircuitados o conectado a la carga para evitar daños en el terminal.

5.1 AP-TPC013: Revisión del panel de control

- Se realizara un chequeo periódico del panel de control local remoto
- Se comprobara que la Resistencia dieléctrica de todo el circuito deberá exceder 10MΩ entre tierra. (Usando megohmetro 1kV.)
- Se debe verificar y revisar el movimiento del relay y switch.
- Se verificara el calentador operado por thermo-relay que se encuentra instalado en el panel de control, además de revisar el movimiento del thermo-relay.
- La lista a chequear es la siguiente (por 1 mes).
 - Voltaje de poder para distribución.
 - Estado de limpieza en la caja.
 - Estado operativo de puertas, switches, perchas.
 - Estado operativo de contactos auxiliares.
 - Estado del alambrado.
 - Estado de corto circuito de C.T.
 - Pérdida mecánica y existencia de falla.
 - Estado de contacto del switch.
 - Estado operativo del relay.

5.2 AP-TPC014: Verificación del B.C.T

- Nunca abrir los contactos de los B.C.T cuando estos no se encuentran operativos pues estos se pueden averiar por un incremento en el flujo magnético
- Se verificara el estado de las conexiones de los B.C.T

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Óhmetro
- ✓ Juego de llaves de turca
- ✓ Aspiradora

8 PERIODICIDAD

La limpieza del tablero y la verificación del funcionamiento de este se realizara de forma anual o bianual.

La verificación de B.C.T se realizara de forma trimestral.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 75: Panel de control local remoto



1 CÓDIGO: AP-TPA000

2 ELEMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Aceite

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de los indicadores de temperatura y aceite del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento y contratista.

5 PROCEDIMIENTO

Para la verificación de nivel y toma de muestra de aceite el transformador estará en funcionamiento, el cambio de aceite y el filtrado de este lo realizará el contratista que la empresa contrate.

Las acciones de cambio y filtrado de aceite las realizará el contratista visto por la empresa.

5.1 AP-TPA015: Verificación de aceite

- En el primer año de funcionamiento del transformador el aceite debe ser revisado una vez por mes.
- Después del año de operación del transformador se realizará la inspección del aceite de forma anual
- Se tomara la muestra de aceite por medio de la válvula de muestreo, se verificará si existe alguna sustancia o partícula extraña; si existe presencia de estas se procederá a llenar un informe para el jefe de mantenimiento para que se envíe a laboratorio y se realice el análisis correspondiente.
- Como resultado de la inspección, el aceite deberá ser filtrado o reemplazado por uno nuevo en condiciones de desenergización (si es necesario).

5.2 AP-TPA016: Filtrado de aceite:

- El aceite deberá ser filtrado 3 veces o más por filtro en condiciones de 0(cero) presión de gas N₂. La entrada del filtro está conectada a válvula inferior, salida del filtro está conectada a válvula superior de filtrado.

5.3 AP-TPA017: Precauciones en el filtrado de aceite:

- No se realizará el filtrado de aceite en las siguientes condiciones:
 - Transformador energizado.
 - Condiciones de lluvia.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Recipiente plástico para muestras de aceite
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Hoja de registro

8 PERIODICIDAD

El primer año de funcionamiento la verificación del aceite se realizara de forma mensual pasado el primer año de operación la revisión del aceite se realizara de forma anual.



1 CÓDIGO: AP-TPI000

2 ELEMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Intercambiador de TAPS

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo del intercambiador de taps del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Las siguientes acciones se recomienda realizarlas con el transformador desenergizado

5.1 AP-TPI018: De-Energized Tap Changers (DETC)

- Verificar el estado del DETC se verificara que no presente deterioros ni daños.
- Se aplicara bajo voltaje en las 3 fases balanceadas para realizar pruebas en bobinas primarias, se verificara el balance de cada corriente de fase en las bobinas primarias, y el voltaje de fase en cada bobina secundaria.
- Verificar el orden de conexión de los contactos del intercambiador de Tap. Si los contactos se encuentran conectados incorrectamente, estos pueden averiarse por el arco que puede ocurrir.

5.2 AP-TPI019: On Load Tap Chenger (OLTC)

- Se verificara la operación del OLTC, para revisar el estado de operación de este elemento
- Cada 5 años se realizara la revisión del aceite del OLTC.
- Si la cantidad de operaciones del motor excede 50,000, un examen regular deberá ser ejecutado.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Multímetro

8 PERIODICIDAD

La verificación del estado del DETC y OLTC se realizara cada año y tendrá una duración de 1 día.

La verificación del aceite del OLTC se realizara cada 5 años

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 76: Intercambiador de Taps

1 CÓDIGO: AP-TPT000**2 ELEMENTO:**

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Indicadores de temperatura y aceite

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de los indicadores de temperatura y aceite del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Se realizarán las acciones indicadas a continuación con el equipo desenergizado para proveer daños al personal de mantenimiento.

5.1 AP-TPT020: Indicadores

- Se verificará que los indicadores de temperatura y nivel de aceite se encuentren en un buen estado, se debe revisar que no existan trizaduras en los cristales de los indicadores y si estos están sucios se debe realizar la limpieza con un paño.
- Se probará el buen funcionamiento del termómetro esto se realizará con un termómetro externo y se realizarán las medidas de la temperatura, estas deben coincidir (máxima 90°C para el aceite, y 110°C para el punto más caliente).
- Se verificará que los contactos de alarma estén colocados adecuadamente.
- El volumen de aceite siempre debe fluctuar en el nivel establecido en la instalación.

5.2 AP-TPT021: Resistive Temperature Detector (RTD)

- Se verificará anualmente la existencia de cables rotos o roídos
- Se verificará el estado de la heating coil en el RTD

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Franela o limpión

8 PERIODICIDAD

La inspección de funcionamiento de los indicadores se realizara de forma anual.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO

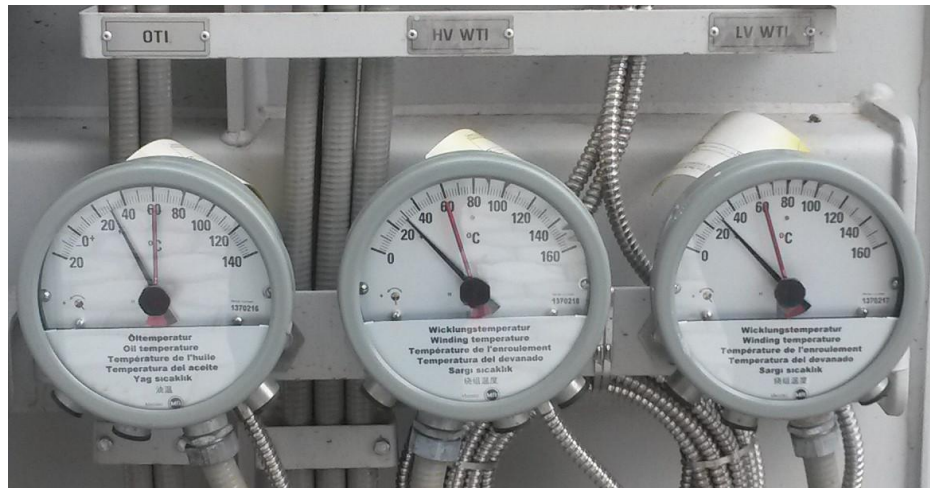


Fig. 77: Indicadores de temperatura del transformador



Fig. 78: Indicadores de nivel de aceite del Transformador



1 CÓDIGO: AP-TPRB000

2 ELMENTO:

Área de potencia – Sistema de transformación de energía - Transformador Principal - Buchholz Relay

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de los indicadores de temperatura y aceite del transformador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Para realizar las pruebas de funcionamiento de los elementos es necesario que el transformador se encuentre desenergizado.

5.1 AP-TPRB022: Inspección

- Se verificara el funcionamiento de las partes móviles del relé para garantizar su funcionamiento.
- Se verificara el nivel de acumulación de gas presente en el tanque de aceite, cuidando de que estos no excedan los 300- 350 cc, pues si estos son mayores se activara el circuit breaquers.
- Se verificara que la operación del circuit breaker sea la adecuada, verificando que cuando se encuentre cerrado exista continuidad y al accionarse no exista continuidad esta verificación se lo realizara con un multímetro.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Multímetro

8 PERIODICIDAD

La verificación del funcionamiento del breaker se realizara de forma anual o cuando la maquina se encuentre en parada de emergencia, esta acción durara 1 día.

La revisión de la acumulación de gas se realizara 1 vez por mes

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 79: indicador de acumulación de gas del tanque de aceite

SISTEMA DE APERTURA Y CIERRE

1 CÓDIGO: AP-AYCI000

2 ELEMENTOS:

Área de potencia – Sistema de apertura y cierre - Interruptores

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades para realizar el mantenimiento preventivo del interruptor de potencia de la Subestación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar las acciones de control y mantenimiento de los interruptores de 69kV, se debe tener desenergizada la subestación y comprobar con pértiga de descarga la desconexión para evitar accidentes mortales.

Medio de extinción SF ₆	
Masa de relleno (interruptor de potencia completo)	8,1 kg
Volumen (interruptor de potencia completo)	176dm ³
Sobrepresión nominal de SF ₆ a + 20°C	0,60 MPa
Supervisión de SF ₆	
Sobrepresión de señal perdida de SF ₆ a 20°C	0,52 MPa
Sobrepresión de bloqueo general del SF ₆ a 20°C	0,50 MPa
Material filtrante (interruptor de potencia completo)	1,5 kg

Fig. 80: Características de Gas SF₆

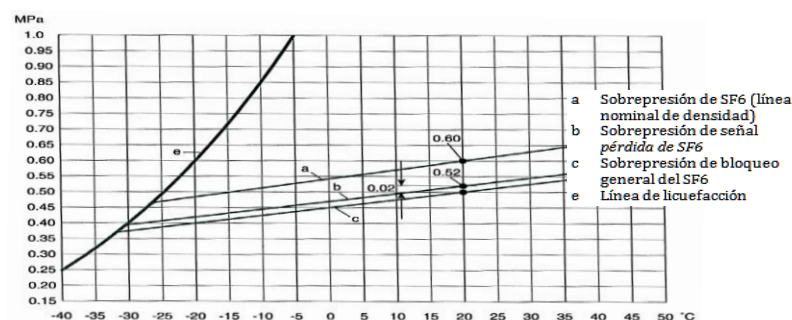


Fig. 81: Curvas de llenado de SF₆

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

5.1 AP-AYCI023: Control general

- Inspeccionar y controlar la presión del SF₆ con el manómetro del interruptor de potencia, teniendo en cuenta la curva de llenado del SF, si se tienen valores de presión sobre los 0,03MPa por debajo de la curva se debe ubicar la fuga, eliminarla y recargar el gas.
- Inspeccionar y retirar la suciedad en las piezas aislantes con un paño humedecido con agua.
- Verificar si existen daños en los cuerpos de porcelana y reportar en caso de presentarse.
- Inspeccionar la puesta a tierra.
- Registrar el número de ciclos de maniobra.

5.2 AP-AYCI024: Aspiración del gas SF₆

- Aspirar el gas SF₆ con un aparato especial (provisto por el fabricante) para poder reutilizar en una nueva carga.

5.3 AP-AYCI025: Sistema de contactos o unidad ruptora

El interruptor de potencia debe estar en la posición ABIERTO, y se debe desconectar la línea de alta tensión superior.

No es necesario realizar el desmontaje completo, solo se debe retirar el portacontactos con el pin y las laminillas de contacto; es importante marcar los tornillos y la posición para volver a realizar el montaje en la misma posición.

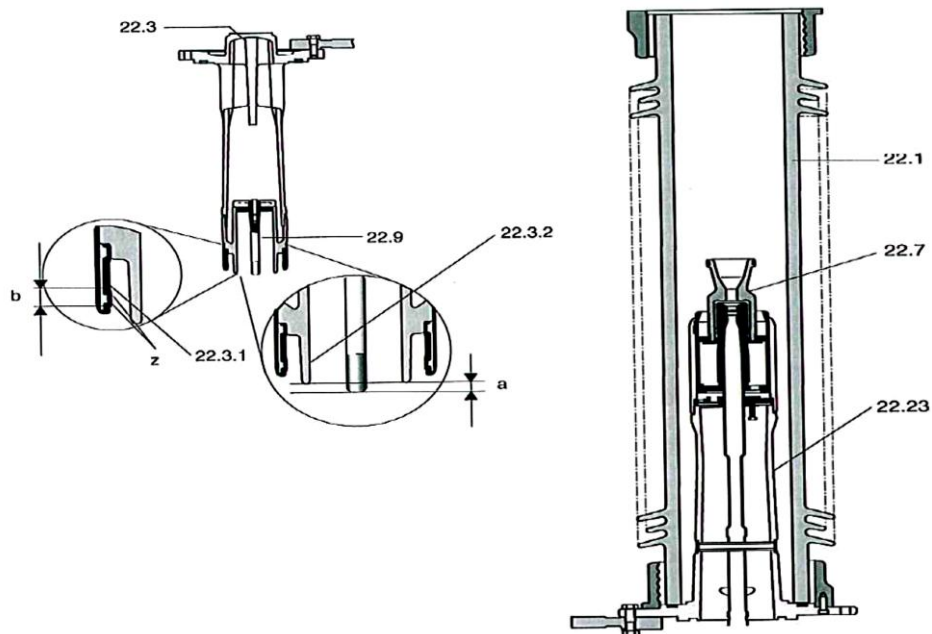
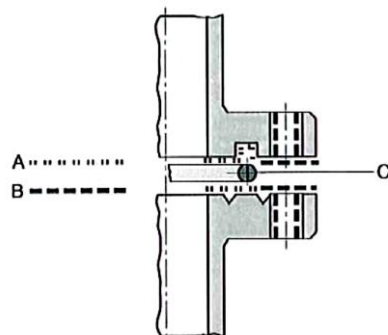


Fig. 82: Porta contactos

Controles del porta contactos

A	= 9,5 7,0 mm
Z	Zona de formación de la marca de chisporroteo en las laminillas de contacto
22.1	Porcelana de la cámara ruptora
22.23	Zócalo
22.3	Portacontactos
22.3.1	Laminillas de contacto
22.3.2	Guía de la tobera
22.7	Contacto móvil
22.9	Pin

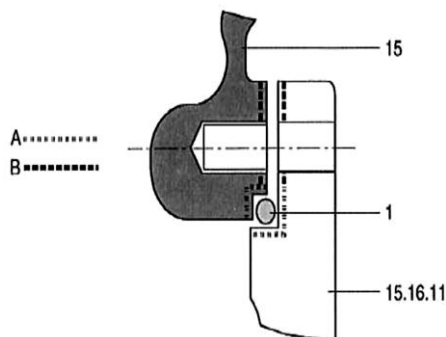
- Realizar la inspección visual de todo el sistema, en estado inicial o nuevo el pin 22.9 sobresale 9,5mm de la guía de la tobera 22.3.2, al realizar el control si se observa que la longitud restante “a” es inferior a 7mm, se deberá cambiar el portacontactos 22.3 y el contacto móvil 22.7.
- Controlar también las laminillas de contacto 22.3, observar que si se tiene un ancho “b” de más de 2mm, entonces se debe cambiar el portacontactos 22.3 y el contacto móvil 22.7.
 - Si se debe realizar el cambio de estas piezas es necesario contactar al fabricante para un suministro correcto de dichos elementos.
- Ensamblar el portacontactos cuidando de limpiar las bridas con un paño que no deje pelusa y con un detergente recomendado además de lubricarlas de acuerdo a la fig.



Bridas de obturación

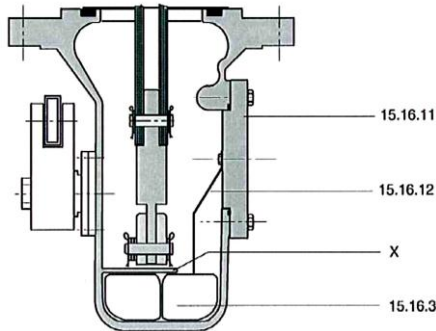
A	Engrasar con WD40
B	Engrasar con Tectyl
C	Engrasar las juntas toroidales con vaselina

- Es absolutamente necesario proteger el material filtrante de la humedad y no se lo debe exponer más de una hora al aire, observar la figura.



Bridas de obturación

A	Engrasar con WD40
B	Engrasar con Tectyl
1	Engrasar las juntas toroidales con vaselina
15	Engranaje para cambio de dirección
15.16.11	Tapa con junta toroidal



Colocación del filtro

X	Lengüeta
15.16.11	Tapa con junta toroidal
15.16.12	Cubierta de chapa
15.16.3	Bolsa de filtro

5.4 AP-AYCI026: Evacuación del interruptor y carga de gas

- La carga del interruptor de potencia lo debe realizar personal calificado y con el equipo de mantenimiento destinado para este fin.

5.5 AP-AYCI027: Comprobación del manómetro de gas

- La diferencia entre los valores medidos del manómetro de control Clase 0,6 y del manómetro para ensayo clase 0,1 no debe ser superior a la suma de la desviación admisible en ambos manómetros (0,03 MPa).



5.6 AP-AYCI028: Inspección de fugas

- Se debe realizar la prueba de hermeticidad utilizando un detector de fugas o un aerosol detector de fugas, en caso de no disponer de ninguno de estos elementos se puede utilizar una solución de lejía jabonosa.

En caso de presentarse alguna fuga, se debe retirar la junta no hermética y examinar si la superficie de sellado no presenta daños o materiales extraños, restablecer la unión usando una junta nueva y repetir la comprobación de la hermeticidad.

5.7 AP-AYCI029: Mecanismo de accionamiento

- Inspeccionar el desgaste o daños del varillaje de acoplamiento.
- Inspeccionar presencia de residuos de aceite de color rojizo en uniones
- Controlar si están bien fijados la placa con los disparadores y los bloques de enclavamiento.

5.8 AP-AYCI030: Conexiones eléctricas

- Comprobar si todos los conductores en los terminales están ajustados y/o presentan algún daño. Realizar el apriete si fuese necesario o realizar un informe inmediato al fabricante en caso de daño.

5.9 AP-AYCI031: Protección anticondensación

- Inspeccionar y controlar la efectividad de las resistencias de calefacción.

5.10 AP-AYCI032: Circuitos de disparo y bloqueo

- Controlar la operación de disparo del interruptor de potencia a través de todas las vías de disparo existentes (mando local y remoto) para CIERRE y APERTURA.
- **Bloqueo de cierre:** durante el tensado del resorte de cierre se controla la efectividad del bloqueo de cierre mediante una orden eléctrica de CIERRE, no debe reaccionar el disparador.
- **Bloqueo general SF6:** debe estar por debajo de la presión de operación Bloqueo del SF6 controlar mediante órdenes eléctricas de CIERRE y APERTURA el aviso y la efectividad del bloqueo de funcionamiento en todas las vías de disparo. El interruptor no debe operar.
- **Dispositivo antibombeo:** con el interruptor de potencia en posición CERRADO (resorte de cierre tensado), se debe dar primero el comando eléctrico sostenido CIERRE y a continuación, comando eléctrico sostenido de APERTURA. El interruptor de potencia solamente debe abrir.

5.11 AP-AYCI033: Controles de mando del mecanismo de accionamiento

- Hay que controlar si el motor se pone en marcha después de una operación de cierre y si se vuelve a parar después de finalizar el proceso de tensado del resorte. Los comandos para el motor vienen dados por el interruptor de fin carrera de este.

5.12 AP-AYCI034: Gas SF6

- **Humedad:** se determina con un medidor de punto de rocío casual provisto de una escala en grados centígrados, los valores admisibles se indican a continuación:

Valor límite crítico de humedad	-5C (+ 23F)
Humedad máxima admisible en la puesta en marcha en el servicio	-10C (+ 14F)

Si se sobrepasan estos valores se debe retirar el gas SF6 para mantenimiento.

- **Cantidad de aire contenido:** la cantidad de aire no debe exceder el 5%, se lo realiza con aparato especial proporcionado por el fabricante, que es un medidor de volumen del SF6

- **Protección anticorrosiva:** inspeccionar si la superficie del interruptor de potencia está dañada, en estos casos se debe limpiar y dar una pintura de fondo y luego laquear los lugares defectuosos.

6 SEGURIDAD:

- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.
- Llevar todos los implementos de seguridad.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón
- ✓ Solventes desengrasantes y dieléctricos
- ✓ Escobillas plásticas
- ✓ Brochas suaves
- ✓ Aspiradora industrial con puntas plásticas
- ✓ Compresor de aire
- ✓ Juego de llaves

8 PERIODICIDAD:

Este equipo requiere un mantenimiento establecido por el fabricante a los 25 años de operación o después de 6000 ciclos de maniobra $I \leq I_n$, estas acciones duraran un total de 4 días.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 83: Tablero de SF6

10 RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE



ADVERTENCIA

El dispositivo de llenado tiene que tener una válvula de seguridad con una presión de abertura nominal de 0,80 MPa.

Mediante la válvula de seguridad se evitan sobrecargas debidas a presiones excesivas en los espacios sometidos a presión.



ADVERTENCIA

Antes de trabajar en las uniones atornilladas del compartimiento de gas se debe aliviar la presión del SF₆.



1 CÓDIGO: AP-AYCS000

2 ELEMENTOS:

Área de potencia – Sistema de apertura y cierre - Seccionadores

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades para realizar el mantenimiento preventivo de los seccionadores de 69kV de la Subestación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar las acciones de control y mantenimiento de los seccionadores de 69kV, se debe tener desenergizada la subestación y comprobar con pértiga de descarga la desconexión para evitar accidentes mortales.

Los seccionadores de la serie CBD (con cuchillas de puesta a tierra y sin cuchillas de puesta a tierra) que están instalados en la subestación garantizan una máxima confiabilidad ya que requieren un mantenimiento mínimo, cuyas acciones principales son:

5.1 AP-AYCS035: Inspección visual general

- Verificación del movimiento y si es necesario, regulación de los elementos del sistema de transmisión y del fin de carrera de modo de dejar el equipo en las condiciones iniciales

5.2 AP-AYCS036: Control de ajuste de todos los bulones;

- Limpieza de los contactos principales con un paño o franela húmeda o con solventes desengrasantes; y un nuevo engrase con productos adecuados (se aconseja MOLICOMPOUND MP de la FAPA o una grasa equivalente en contenido a bisulfuro a de molibdeno).
- Engrase de todas las articulaciones del sistema de transmisión (se aconseja el "SYLAN 3" de Rocket Lubricating Products).
- Lavado y engrasado de todos los aisladores.

5.3 AP-AYCS037: Caja de agrupamiento:

- Inspeccionar si la superficie de la caja de maniobras está dañada, en estos casos de debe limpiar y dar una pintura de fondo y luego laquear los lugares defectuosos. Los armarios de mando o cajas de maniobra no precisan ningún mantenimiento especial. En algunos casos es aconsejable realizar periódicamente algunas maniobras

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

como apertura y cierre de la caja, teniendo en cuenta las condiciones de instalación y de funcionamiento del equipo.

En la fabricación de estos mandos se han tomado una serie de medidas para evitar posibles fenómenos de corrosión que comprometerían el funcionamiento de los mismos; será en cualquier caso imprescindible, para evitar que se puedan manifestar estos fenómenos, no poner nunca fuera de servicio la resistencia anti condensación.

6 SEGURIDAD:

- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.
- Llevar todos los implementos de seguridad.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón
- ✓ Solventes desengrasantes y dieléctricos
- ✓ Escobillas plásticas
- ✓ Brochas suaves
- ✓ Juego de llaves

8 PERIODICIDAD:

Si el seccionador está instalado en un ambiente “normal”, es aconsejable, al menos una vez al año o en cualquier caso cada 1000 maniobras.

Estas acciones durarán aproximadamente 1 día para los dos tipos de seccionadores.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 84: Seccionadores



Fig. 85: Tablero de accionamiento de seccionadores



SISTEMA DE MEDICIÓN

1 CÓDIGO: AP-TCTP000

2 ELEMENTOS:

Área de potencia – Sistema de medición y control – Transformadores de corriente TC's y Transformadores de potencial TP's.

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades para realizar el mantenimiento preventivo de los TC's del área de potencia de la Subestación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar las acciones de control y mantenimiento de los TC's y TP's de transformación y línea, se debe tener desenergizada la subestación y comprobar con pértiga de descarga la desconexión para evitar accidentes mortales.

5.1 AP-TCTP038: Inspección

- Inspección visual general
- Control de ajuste de todos los bulones;
- Limpieza de los contactos principales con un paño o franela húmeda o con solventes desengrasantes; y un nuevo engrase con productos adecuados (se aconseja MOLICOMPOUND MP de la FAPA o una grasa equivalente en contenido a bisulfuro a de molibdeno).
- Lavado y engrasado de todos los aisladores.
- Revisar que las conexiones estén bien sujetas y realizar el apriete si fuese necesario.

5.2 AP-TCTP039: Cajas de agrupamiento:

- Inspeccionar si la superficie de la caja de agrupamiento está dañada, en estos casos de debe limpiar y dar una pintura de fondo y luego laquear los lugares defectuosos.

6 SEGURIDAD:

- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.
- Llevar todos los implementos de seguridad.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón
- ✓ Solventes desengrasantes y dieléctricos
- ✓ Escobillas plásticas
- ✓ Brochas suaves
- ✓ Juego de llaves

8 PERIODICIDAD:

Es aconsejable realizar un chequeo al menos una vez al año o cuando se presente una desenergización de la subestación previo a la conexión de línea.

Estas acciones durarán aproximadamente 1 día.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 86: Transformadores de corriente y potencial

SISTEMA DE PROTECCIÓN

1 CÓDIGO: AP-SPP000

2 ELEMENTOS:

Área de potencia – Sistema de medición y control – Pararrayos.

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades para realizar el mantenimiento preventivo de los pararrayos del área de potencia de la Subestación de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE:

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS:

Para realizar las acciones de control y mantenimiento del grupo de pararrayos de la subestación se la debe tener desenergizada y comprobar con pértiga de descarga la desconexión para evitar accidentes mortales.

- Inspección visual general
- Control de ajuste de todos pernos de sujeción.

5.1 AP-SPP040: Contador de descargas:

- Inspeccionar si la superficie del contador esta con polvo, si se encuentra realizar la limpieza y a su vez limpiar la pantalla si se requiere; utilizar un paño húmedo .

6 SEGURIDAD:

- Coordinar trabajos para precautelar integridad personal.
- Llevar todos los implementos de seguridad.



7 MATERIALES:

- ✓ Franelas o paños de algodón

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

✓ Juego de llaves

8 PERIODICIDAD:

Es aconsejable realizar un chequeo al menos una vez al año o cuando se presente una desenergización de la subestación previo a la conexión de línea.

Estas acciones durarán aproximadamente 1 día.

9 RECONOCIMIENTO GRÁFICO:



Fig. 87: Puntas Franklin



Fig. 88: Contadores de descargas

ANEXO B6

SERVICIOS AUXILIARES

1 SISTEMA DE CORRIENTE ALTERNA

1.1 TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES:

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS		
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED	INSTALACIÓN [msnm]		3000
	# DE FASES		3
	FRECUENCIA [Hz]		60
	POTENCIA NOMINAL [kVA]		100
	CONEXIÓN PRIMARIO		Delta
	CONEXIÓN SECUNDARIO		Estrella con Acceso a neutro
	Tensión bobinado [V]	primario	6300
		secundario	220/127
	nivel de aislamiento nominal bobinado [kV]	primario	8,7
		secundario	1,2
	BIL Bobinado [kV pico]	primario	95
		secundario	30
	Pérdidas [W]	en vacío al 100% Vn	330
		en devanados a 100 % carga	1393
	impedancia de corto circuito (Max) %		3,5
	corriente de excitación (Max) % In		2,6
	Refrigeración		ONAN
	material aislante	Aceite tipo	mineral sin PCB's
		Papel aislante tipo	Prespan
		clase	A
	material bobinas	primario	Cobre
		secundario	Cobre
		Cantidad	3
	# Pasatapas Primario	Tipo	Bushing Well
		Nivel de aislamiento [kV]	35
		Cantidad	4
	# Pasatapas secundario	Tipo	Padmounted
		Nivel de aislamiento [kV]	1,2

Tabla 39: Características del Transformador de Servicios Auxiliares

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

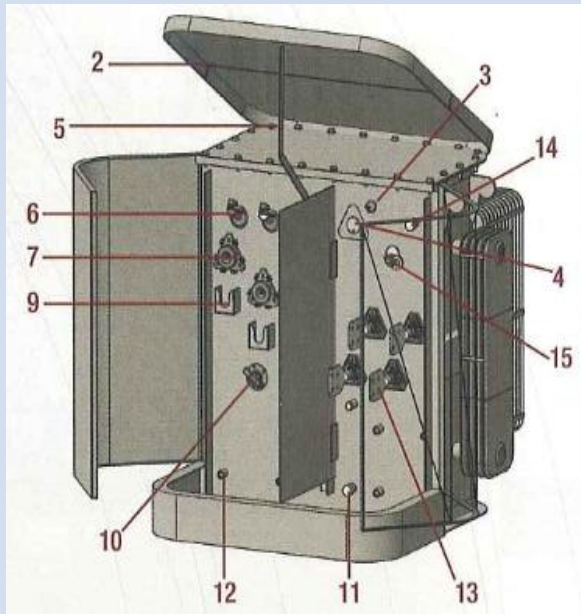
1.1.1 ACCESORIOS

Accesorios	Unidades	cantidad
Contenedor de derivación a tierra del tanque	PCS	2
Cambiador de derivación sin carga	PCS	1
Válvula de drenaje con dispositivo de muestreo	PCS	1
Neplo parra llenado con tapón	PCS	1
Soportes para breaker's térmico en baja tensión	PCS	4
Válvula de alivio de presión	PCS	1
Visor de nivel de aceite	PCS	1
Bushing Insert feed-thru 15kV	PCS	3
Elbow conector 15kV-200Amp con conector para cable #2	PCS	3
Soporte para bushing de parqueo	PCS	3
Seccionador 3F en media tensión bajo carga	PCS	1

Tabla 40: Accesorios Transformador Auxiliar

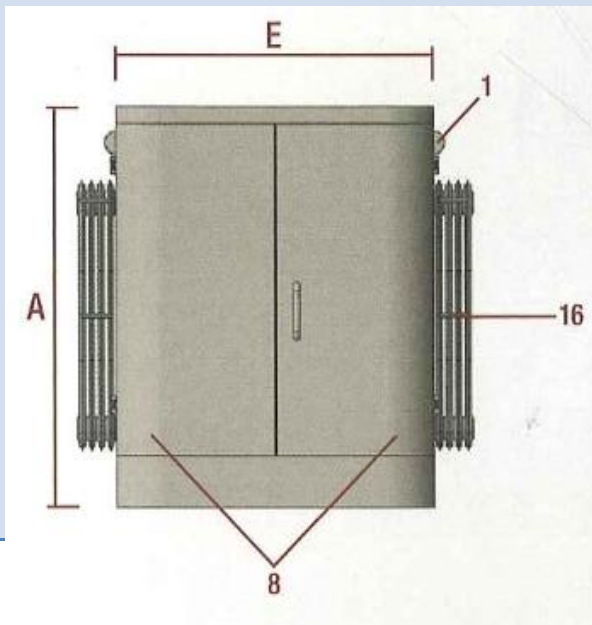
1.1.2 ELEMENTOS:

TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO



PARTES

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 1 | Orejas de levante |
| 2 | Sobretapa de seguridad |
| 3 | Válvula de sobrepresión |
| 4 | Visor de aceite |
| 5 | Soporte de sobre tapa |
| 6 | Fusible tipo bayoneta |
| 7 | Bushing tipo pozo A.t. |
| 8 | Puertas abatibles |
| 9 | Soporte para bushing de parqueo |
| 10 | Conmutador de derivaciones |
| 11 | Válvula de drenaje |
| 12 | Buje puesta a tierra |
| 13 | Bushing B.t. |
| 14 | Válvula de llenado y recirculación |
| 15 | breaker de B.t. sumergido en aceite |
| 16 | Radiadores |



Transformador Auxiliar



Fig. 89: Vista Frontal del Transformador de SSAA



Fig. 90: vista Interior del Transformador de SSAA

1.2 CARACTERÍSTICAS TABLERO 125Vcd

Tablero 125 Vcd

	Posición	Elemento	Descripción
	1		acceso de cables
	2		barra de puesta a tierra
	3	borneras	entrada cbat - 1 - cbat 2 +
	4	borneras	entrada cbat - 1 - cbat 2 -
	5	Breaker	Circuito de distribución I1- I4

Tabla 42: Tablero de 125 Vcd

1.3 CARACTERÍSTICAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	
Celda de media tensión SECOGEAR	# de fases	3
	Tensión [kV]	17,5
	Tensión nominal de servicio [kV]	6,3
	frecuencia nominal [Hz]	60
	Corriente nominal en barra principal [A]	1250
	Tensión a impulso 1,2/50us [kV pico]	95
	Tensión de prueba 60Hz 1min [kVrms]	38
	Protección en tableros	IP44

Tabla 43: Características Celdas de Media Tensión



Diagramas

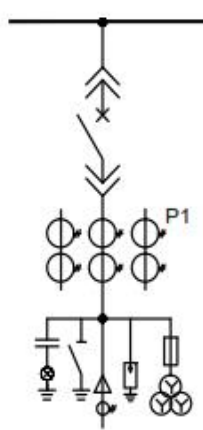
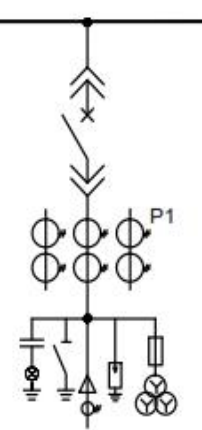
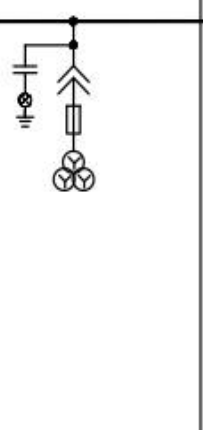
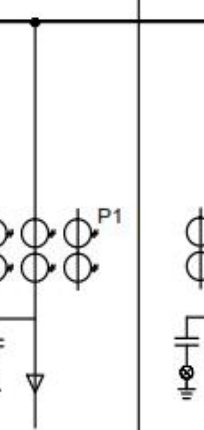
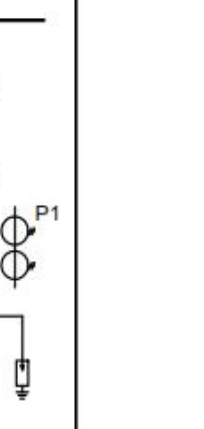
<p>Main scheme</p> <p>Type of busbar TMY-10x80</p> <p>Rated voltage : 7.2kV System voltage : 6.3kV</p>					
Panel NO.	A01	A02	A03	A04	A05
Dimension(Width*Depth*High)	800X1400X2200	800X1400X2200	800X1400X2200	650X1400X2200	650X1400X2200
Application	Incoming	Incoming	PT	Outgoing	Outgoing
Phase Sequence	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C

Fig. 91: Diagrama Unifilar de Celdas de media Tensión

CELDAS A01 Y A02: corresponden a las dos unidades de generación en su orden.

CELDAS DE MEDIA TENSIÓN A01 - A02



POSICIÓN	IDENTIFICACIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	QF	1	Interrupor de vacío
2	TAL1, 2, 3	3	transformador de corriente
3	TA0	1	transformador de corriente cero
4	TVL1, 2, 3	3	transformador de voltaje
5	ES	1	protección de sobretensiones GGER
6	FU	3	Fusibles de alto voltaje
7	FU	3	protección de sobre tenciones
8	SQ1	1	indicador de potencia
9	ST	1	monitor de temperatura y humedad
10	EH1, 2	2	calentador
11	SP	1	interruptor de posición
12	EL	1	lámpara
13	F40, 60, 70	3	MCB
14	F30, 80	2	MCB
15	F11, 12	2	MCB
16	SA1	1	interruptor de selección
17	SA2	1	interruptor de control
18	SA4	1	interruptor de selección
19	HL1	1	indicador (rojo)
20	HL2	1	indicador (verde)
21	H0	1	indicador de posición
22	H1	1	indicador de posición
23	H8	1	indicador de posición
24	XB1	1	pieza de enlace
25	DS	1	enclavamiento electromagnético
26	PA1, 2, 3	3	amperímetro
27	PV1	1	voltímetro
28	BT	2	sensor de temperatura y monitor de humedad
29	Q8	1	interruptor auxiliar

Tabla 44: Celdas de media Tensión A01 y A02

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



CELDA A03:

CELDA DE MEDIA TENSIÓN A03


	Posición	Identificación	Cantidad	Descripción
	1	TVL1, 2, 3	3	Transformador de voltaje
	2	FU	3	fusible de alta tensión
	3	SQ1	1	Indicador de potencia
	4	ST	1	monitor de temperatura y humedad
	5	EH1, 2	2	calefactor
	6	SP	1	interruptor de posición
	7	EL	1	lámpara
	8	F60, 70	2	MCB
	9	F30	1	MCB
	10	F11, 12	2	MCB
	11	SA4	1	interruptor de posición
	12	H1	1	interruptor de selección
	13	PV1	1	voltímetro
	14	BT	2	sensor de temperatura y monitor de humedad

Tabla 45: Celda de Media Tensión A03

CELDA A04

CELDA DE MEDIA TENSIÓN A04


	Posición	Identificación	Cantidad	Descripción
	1	TAL1, 2, 3	3	Transformador de corriente
	2	SQ1	1	indicador de potencia
	3	ST	1	monitor de temperatura y humedad
	4	EH1, 2	2	calefactor
	5	SP	1	interruptor de posición
	6	EL	1	lámpara
	7	F40, 60, 70	3	MCB
	8	PA1, 2, 3	3	amperímetro
	9	BT	2	sensor de temperatura y monitor de humedad

Tabla 46: Celda de Media Tensión A04



CELDA A05

Celdas de media tensión A05



Posición	Identificación	Cantidad	Descripción
1	QF	1	Interruputor de vacio
2	TAL1, 2, 3	3	transformador de corriente
3	TA0	1	transformador de corriente cero
4	ES	1	protección de sobretensiones GGER
5	F	3	protección de sobretensiones
6	350	1	relé de protecciones
7	SQ1	1	indicador de potencia
8	ST	1	monitor de temperatura y humedad
9	EH1, 2	2	calefactor
10	SP	1	interruputor de posición
11	EL	1	Lámpara
12	F40, 60, 70	3	MCB
13	F30, 20	2	MCB
14	F11	1	MCB
15	SA1	1	interruputor de selección
16	SA2	1	interruputor de control
17	HL1	1	indicador (rojo)
18	HL2	1	indicador (verde)
19	H0	1	indicador de posición
20	H1	1	indicador de posición
21	H8	1	indicador de posición
22	XB1	1	Pieza de enlace
23	PA1, 2, 3	3	Amperímetro
24	BT	2	Sensor de temperatura y monitor de humedad
25	Q8	1	interruputor auxiliar

Tabla 47: Celda de Media Tensión A05

1.3.1 CARACTERÍSTICAS INTERRUPTOR DE VACÍO

Descripción	Características	
Interruptor de vacío SecoVac 1250A-17,5kV	# de polos	3
	Tensión [kV]	17,5
	Tensión de operación [Vac]	120
	Corriente nominal [A]	1250
	Frecuencia nominal [Hz]	60
	Aislamiento	Vacío
	Capacidad nominal de interrupción	31,5
	de corto circuito [kA]	
	Tensión de Impulso 1,2/50us [kVpico]	95
	Tensión de prueba 60Hz 1min [kVrms]	38
	Tiempo de apertura [ms]	20-50
	Tiempo de interrupción [ms]	25-35
	Tiempo máximo de cierre [ms]	30-70
	Ciclo de operación [s]	0-0,3-C0-15-C0

Tabla 48: Características de Interruptor de Vacío



Fig. 92: Interruptor de Vacío Secovac 17.5kv

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

2 SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA

2.1 BANCO DE BATERÍAS

LSE Series SLA Battery		
DESCRIPCIÓN	MODELO	LSE 2-400
	Marca	BSB
	Celdas	60
	Tensión por cada M.B. [v]	2
	Tipo	PB-AC sellada
	Corriente [A/h]	400
	Peso [kg]	26
	Terminal	M8
	Material de las placas	Plomo
	Corriente de descarga 10h	60
	[A]	
BANCO DE BATERÍAS	Tensión por celda,	1,8
	descarga de 10h [V/celda]	
125VCC	Tensión por celda carga flotante	2,25
	[V/celda]	
Características de cada celda	Tensión por celda	
	carga normal automática	2,3
	[V/celda]	
	Tensión por celda en carga a fondo	2,35
	[V/celda]	

Tabla 49: Características Baterías



Fig. 93: Banco de Baterías

2.2 CARGADOR / RECTIFICADOR

Rectificador/ Cargador	Marca	Data Power
	Modelo	USE-ID 208
de baterías	Tipo	Auto regulado
	Tensión de entrada [Vac]	220
208	Frecuencia nominal [Hz]	60
	Capacidad de salida [A]	150
Vac-3F/125 Vcc-150 A	Tensión nominal de salida [Vcc]	125
	Variación Vn de entrada [%]	±15
	Estabilidad de tensión de salida [%]	±0,5
	Factor de potencia	> 0,85
	Eficiencia [%]	95

Tabla 50: Características Cargador/Rectificador



Fig. 94: Vista Frontal e Interior de Cargador/Rectificador



Fig. 95: Elementos Cargador/Rectificador

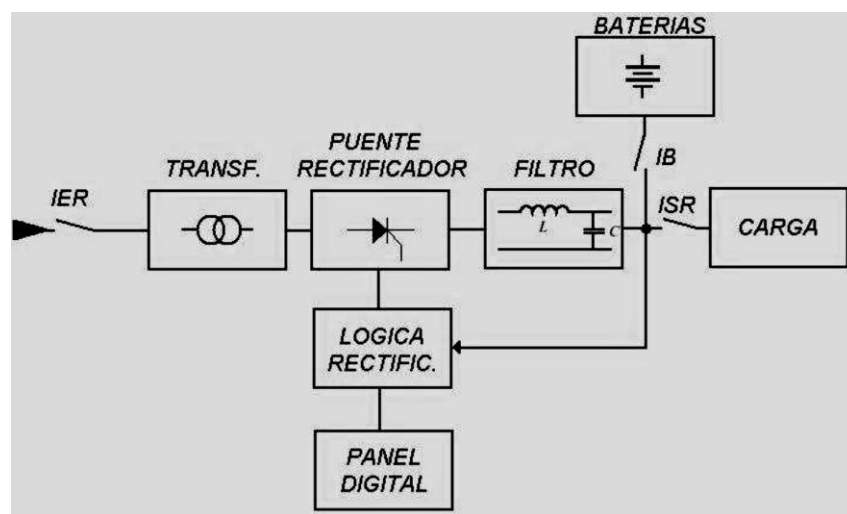


Fig. 96: diagrama de Bloques del Cargador/Rectificador

3 SISTEMA DE BARRA SEGURA

3.1 INVERSOR DE FRECUENCIA

Inversor de frecuencia estático 125 Vcc/ 120 Vac 5kVA	Tipo		Estado solido
	Tipo de operación		On-line
	Tipo de modulación		Por ancho de pulso
	Potencia nominal [kW]		5
	Tensión nominal de entrada [V cc]		125
	Corriente de cortocircuito [kA]		16
	tensión nominal de salida [V ac]		120
	# de fases/# de hilos		01 / 02
	Frecuencia [Hz]		60
	Factor de potencia		> 0,85
	Eficiencia		> = 91%
	Peso [Kg]		340
	Dimensiones [mm]	Largo	600
		Ancho	800
		Alto	2100

Tabla 51: Características Técnicas del Inversor de Frecuencia



Fig. 97: Vista Frontal e Interna del Tablero de Inversor de Frecuencia



Fig. 98: sistema de Inversor

4 TABLEROS

MÓDULO TSXP573634M

MÓDULO TSXP573634M	
POSICIÓN	ELEMENTO
1	Bloque de visualización 5 indicadores
2	Puerto Ethernet e indicadores
3	Botón reset
4	Conector hembra mini-DIN TER (RS485)
5	Conector hembra mini-DIN AUX (RS485)
6	Conector tipo RJ45
7	Ranura (N.º 0) para memoria PCMCIA
8	Ranura (N.º 1) para memoria PCMCIA o para tarjeta de ampliación de memoria

Tabla 52: Elementos del Módulo TSXP573634M



Fig. 99: PLC Premium

Características de los módulos de entradas y salidas

TARJETA DE 32 ENTRADAS DISCRETAS DE 24VDC,
PREMIUM TSX DEY 32DK



TARJETA DE 32 SALIDAS DISCRETAS DE 24VDC,
PREMIUM TSX DSY 32T2K



TARJETAS DE ENTRADAS ANALÓGICAS DE 4-
20MA PREMIUM TSX AEY 420 CON TOTAL DE 8
CANALES Y RESOLUCIÓN MÍNIMA DE 16 BITS



tarjeta de 8 salidas analógicas de 4-20mA Premium
TSX ASY 800 resolución mínima de 14 bits



Tabla 53: Módulos PLC Premium

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

Características fuente de alimentación para sistema de control

FUENTE DE ALIMENTACIÓN SISTEMA DE CONTROL

	Marca:	Weidmueller
	Modelo:	8951360000
	Procedencia:	Alemania
	Voltaje de entrada:	110VDC
		110 VAC
	Alimentación elementos de control:	24VDC
	Aislamiento galvánico entre tenciones de entrada y salida	
Filtros para evitar el ruido al sistema		

Tabla 54: Características Fuente de Alimentación

Características MÓDULO BMX P34

BMX P34 2020

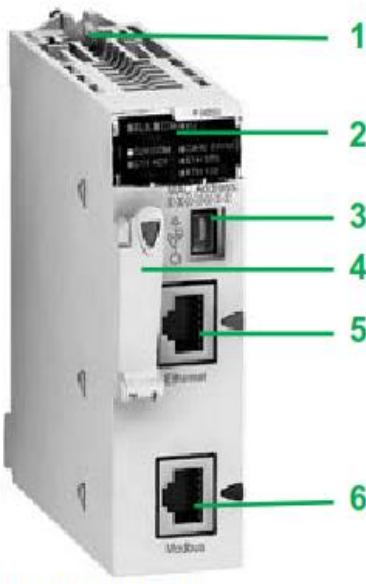
 <p>BMX P34 2020</p>	1	Tornillo de seguridad para bloquear el módulo en su ranura
	2	Un bloque de visualización compuesto por 8 LED's
	3	Un conector mini B USB para un terminal de programación o Magelis XBT GT / GK / GTW interfaz del operador (1)
	4	Un emplazamiento equipado con una tarjeta de memoria flash para copias de seguridad de la aplicación
	5	Un conector tipo RJ45 para la conexión a la red Ethernet Modbus / TCP red 10BASE-T/100BASE-TX
	6	Un conector RJ45 para enlace serie Modbus o enlace de tipo carácter (RS 232C 485, 2 hilos, no aislada)

Tabla 55: Módulo BMX P34

BMXDDI3202K

BMX DDI 6402K

	24 V		24 V
	32 canales aislados		64 canales aislados
	A través de un conector 40 vías		A través de dos conectores de 40 vías
	Tipo 3		Non-IEC
2 hilos Positivo c, 3 hilos tipo PNP			

Tabla 56: Módulos de Entrada

Módulo de alimentación	
Posición	Elemento
1	Bloque de visualización
2	Botón reset para un reinicio en frío
3	un conector de 2 vías para el conector del relé de alarma
4	conector de 5 vías para red de alimentación, conexión a tierra fuente de alimentación de sensores

Tabla 57: Módulo de Alimentación



Fig. 100: Modulo de Alimentación

TABLEROS DE UNIDAD

EQUIPOS Y COMUNICACIÓN DE LOS TABLEROS DE COMUNICACIÓN			
UNIDAD 1		UNIDAD 2	
Elementos	Comunicación	Elementos	Comunicación
PLC 100 M-340	Modbus TCP/IP, Red Ethernet, Red digital	PLC 300 M-340	Modbus TCP/IP, Red Ethernet, Red digital
SW1	Fibra óptica, Red Ethernet, Modbus TCP/IP	SW2	Fibra óptica, Red Ethernet, Modbus TCP/IP
Entradas discretas		Entradas discretas	
Salidas discretas		Salidas discretas	
HMI-100	Modbus RS 485	HMI-300	Modbus RS 485
AVR DECS 200	Modbus TCP/IP	AVR DECS 200	Modbus TCP/IP
Relé de protección de barra	Fibra óptica	Relé de generado 1	Fibra óptica
Relé de protección de línea	Fibra óptica	Relé de generado 2	Fibra óptica
Medidor Principal y de respaldo	Fibra óptica	Relé de transformador	Fibra óptica
MRT Unidad 1		MRT Unidad 2	
Elementos	Comunicación	Elementos	comunicación
PLC 200 Premium	Red Ethernet, red digital, Modbus TCP/IP	PLC 400 Premium	Red Ethernet, red digital, Modbus TCP/IP
Um-U1	Fibra óptica	Um-U2	Fibra óptica
HSC1, HSC2, SYNC	Conexión cableado duro	HSC1, HSC2, SYNC	Conexión cableado duro
HMI-200	Red Unilateral Way	HMI-400	Red Unilateral way
Advantys	Modbus TCP/IP	Advantys	Modbus TCP/IP

Tabla 58: Equipos y Comunicaciones de las Unidades de Control

PLC DE SERVICIOS AUXILIARES

EQUIPOS Y COMUNICACIÓN DE LOS TABLEROS DE COMUNICACIÓN	
PLC SERVICIOS GENERALES	
Elementos	Comunicación
PLC 500 M-340	Modbus TCP/IP, Red Ethernet, Red digital
Sw3	Fibra óptica, Red Ethernet
controlador de bahía 1	Fibra óptica, Red Ethernet, cableado duro
controlador de bahía 2	Fibra óptica, Red Ethernet, cableado duro
controlador de bahía 3	Fibra óptica, Red Ethernet, cableado duro

Tabla 59: Equipos y Comunicaciones del PLC de Servicios Generales

Fuente: Plano de arquitectura de control de la central hidroeléctrica

MÓDULO ADVANTYS



Fig. 101: Módulo Advantys

4.1 TABLEROS DE PROTECCIÓN

Características relé MICOM P343

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
87	Diferencial	1
	Entre espiras (fase dividida)	1
50/51/67	Sobrecorriente de fase direccional / no direccional, instantánea / con retardo	4
50N/51N	Falla a tierra de fase no direccional, instantánea / con retardo	2
67N/67W	Falla a tierra sensible direccional / falla a tierra vatimétrica	1
64	Falla a tierra restringida	1
51V	Sobrecorriente dependiente de la tensión	1
21	Baja Impedancia (Distancia)	2
59N	Desplazamiento de tensión de neutro / sobretensión residual medido entre Espiras (M), Derivado (D)	2M/2D
27/59	Baja / sobretensión	2/2
81U/81O	Baja / sobre frecuencia	2/4
81AB	Frecuencia anormal de turbina	6
32R/32L/32O	Potencia inversa / baja hacia adelante / alta	2
40	Pérdida de campo	2
46T	Secuencia de fase negativa térmica	2
46OC	Sobrecorriente de secuencia de fase negativa direccional / no direccional	4
47	Sobretensión de secuencia de fase negativa	1
49	Sobrecarga térmica del estator	2
24	Sobreexcitación (Volts / Hertz)	5
78	Deslizamiento de polo (Pérdida de sincronismo)	1
27TN/59TN	100% falla a tierra del estator (baja / alta tensión neutral de 3 armónica)	1
50/27	Energización involuntaria en paro	1
	Falla interruptor	2
	Supervisión del transformador de corriente	1
	Supervisión del transformador de potencial	1
	RTDs x 10 PT100	Opción
	CLIO (4 entradas analógicas+4 salidas analógicas)	Opción
	IRIG-B	Opción
50BF	Puerto frontal de comunicaciones (EIA(RS) 232 9-pin)	1
	Puerto TRASERO de comunicaciones (EIA (RS)485 / K-Bus) (COMM1)	1
	Puerto trasero de comunicaciones fibra óptica (COMM1)	Opción
	2° puerto trasero de comunicaciones (COMM2)	Opción
	Entradas opto acopladas	16-32
	Contactos de salida	14-32

Tabla 60: Funciones del Relé MICOM P343

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC - Relé MICOM P342, P343, P344

Características relé MULTILIN 350

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
27P	Baja tensión de fase
27X	Baja tensión auxiliar
49	Modelo térmico
50P	Sobre-corriente instantánea de fase
50N	Sobre-corriente instantánea de neutro
50G	Tierra/Sobre-corriente instantánea tierra sensitiva
50BF	Falla de interruptor
50_2	Sobre-corriente de secuencia negativa
51P	Sobre-corriente temporizada de fase
51G	Sobre-corriente temporizada de tierra
51N	Sobre-corriente temporizada de neutro
59P	Sobretensión de fase
59X	Sobretensión auxiliar
59N	Sobretensión de neutro
59_2	Sobretensión de secuencia negativa
67G	Elemento direccional de tierra
67N	Elemento direccional de neutro
79	Autorecierre
81U	Baja-frecuencia
81º	Sobre-frecuencia
CLP	Arranque de carga en frio (cold load pickup)

Tabla 61: Funciones del Relé MULTILIN 350

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC - RELÉ MULTILIN 350

Características relé MICOM P643

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
87T	Protección diferencial de transformador	1
64	Falla a tierra restringida (devanados)	3
49	Sobrecarga térmica	1
24	V/Hz Sobreexcitación	1
LoL	Pérdida de vida útil	1
Thru	Monitorización a través de falla	1
RTD	RTDs x10 PT100 sondas de temperatura	1
CLIO	Transductor de lazo de corriente I/O (4 entradas / 4 salidas)	1
50/51	Protección de sobrecorriente por devanado	1
50N/51N	Falla a tierra en espera derivada o medida por devanado	1
46	Secuencia de fase negativa o/c por devanado	1
67/67N	Sobrecorriente direccional de fases y tierra	1
51V	Sobrecorriente restringida por tensión	1
50BF	Protección de falla de interruptor	3
27/59/59N	Baja tensión, sobretensión y tensión residual	1
47	Sobretensión de secuencia negativa	1
81U/81O	Baja frecuencia y sobre frecuencia	1
VTs	Supervisión de TPs	1
CTs	Supervisión de TCs	1
TCS	Supervisión de circuito de disparo	1
IRIG-B	Entrada de tiempo sincronizado	1
	Salidas de relé	16
	Teclas de función	10
	LEDs programables	18
PSL	Esquemas lógico programable grafico	1
	Grupos de ajuste alternativos	4
SOE	Grabación de secuencia de eventos	1
	Grabación de forma de onda de falla	1

Tabla 62: Funciones del Relé MICOM P643

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC - RELÉ MiCOM P64x

Características relé MICOM P746

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
87BB	Protección diferencial de barras de alta velocidad con Corriente polarizada de fase segregada	1
87CZ	Zona de comprobación, protección de barra de alta velocidad diferencial con corriente de fase segregada	1
50 / 51	Protección de sobrecorriente de fases (2 etapas)	1
50N / 51N	Protección de sobrecorriente de tierra (2 etapas)	1
50ST	Protección de fase de zona muerta (zona corta entre TCs e Int. abiertos)	1
CTS	Supervisión del transformador de corriente	1
VTS	Supervisión de transformador de tensión	1
50BF	Protección de falla interruptor	1
ISL	Alarma de discrepancia del seccionador	1

Tabla 63: Funciones del Relé MICOM P746

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC - RELÉ MiCOM P746

Características relé MICOM P543

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
87	Protección diferencial de corriente de fase segregada (líneas con 2 y 3 terminales)	1
79	Autocierre (4 intentos)	1
25	Verificación de sincronismo	1
50/51	Sobrecorriente para fallas de fase	1
50/51N	Sobrecorriente para fallas de fase a tierra	1
67	Sobrecorriente direccional de fases	1
67N	Sobrecorriente direccional para fallas fase a tierra (alta sensibilidad)	1
67W	Sobrecorriente direccional para fallas fase tierra vatimétrica	1
21	Protección de distancia (3 zonas)	1
68	Bloqueo de oscilación de potencia	1
49	Sobrecarga térmica	1

Tabla 64: Funciones del Relé MICOM P543

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC - RELÉ MICOM P54x

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

Características de tramos de línea de transmisión

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS DOS TRAMOS DE LÍNEA:	
Tensión nominal:	69 kV
Calibre:	477 MCM
Capacidad de conducción:	0,67 kA
Frecuencia Nominal:	60 Hz
Parámetros de secuencia positiva y negativa:	
Resistencia R':	0,14 Ohm/km
Reactancia X':	0,45 Ohm/km
Suceptancia B':	3,734 μ S/km
Impedancia Z':	0,4712 Ohm/km
Ángulo de línea:	72,72°
Parámetros de secuencia cero:	
Resistencia R0':	0,4795 Ohm/km
Reactancia X0':	1,6433 Ohm/km
Impedancia Z0':	1,712
Ángulo de la línea:	73.73°
Susceptancia B0':	2,0853 μ S/km

Tabla 65: Características Eléctricas de los Tramos de Líneas

Fuente: Modelo de Subtransmisión en DIGSILENT POWER FACTORY - CENTROSUR.

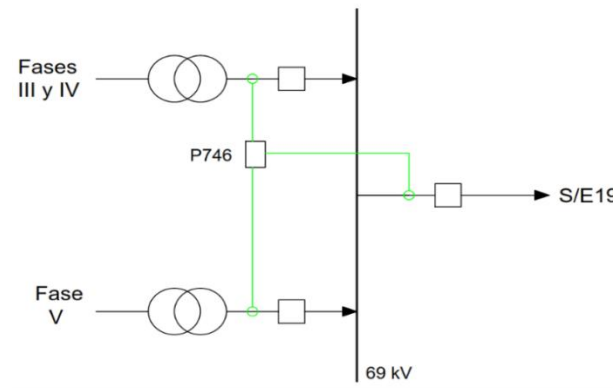


Fig. 102: Diagrama Unifilar del Sistema

5 PUENTE GRÚA

PUENTE GRÚA ELÉCTRICO Capacidad: 35 / 5 t Ancho: 11700 mm	
Sistema de elevación	Cabrestante normalizado OMIS, tipo A280_B03_35
(un solo carro, controles independientes)	6 lazos de cable d=20mm con extremo fijo y gancho a boquilla simple
	Polipasto eléctrico de cable OMIS OPE3124T 10N 5ton

Tabla 66: Puento Grúa

CABRESTANTE		
Velocidad elevación principal – en vacío	4.5	m/min
Velocidad elevación principal – con carga	3	m/min
Velocidad elevación reducida – en vacío y con carga	0.6	m/min
Motor de tipo con rotor en cortocircuito (INVERTER)	30	kW
POLIPASTO		
Velocidad elevación principal – en vacío	6	m/min
Velocidad elevación principal – con carga	4	m/min

TRASLACIÓN LONGITUDINAL

Elemento	Vel. Elevación sin carga [m/min]	Vel. Elevación principal [m/min]	Vel. Elevación baja [m/min]	Capacidad motor (inversor) [kw]
Motor GP	4,5	3	0,6	30
Motor GS	6	4	1	4

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

Tabla 67: Traslación Longitudinal

TRANSLACIÓN CRUZADA

Elemento	Vel. Traslación sin carga [m/min]	Vel. Traslación con carga [m/min]	Vel. Traslación baja [m/min]	Capacidad motor (inversor) [kw]
Motor traslación longitudinal	60	40	10	3
Motor traslación cruzada	30	20	5	2,2

Tabla 68: Traslación Cruzada

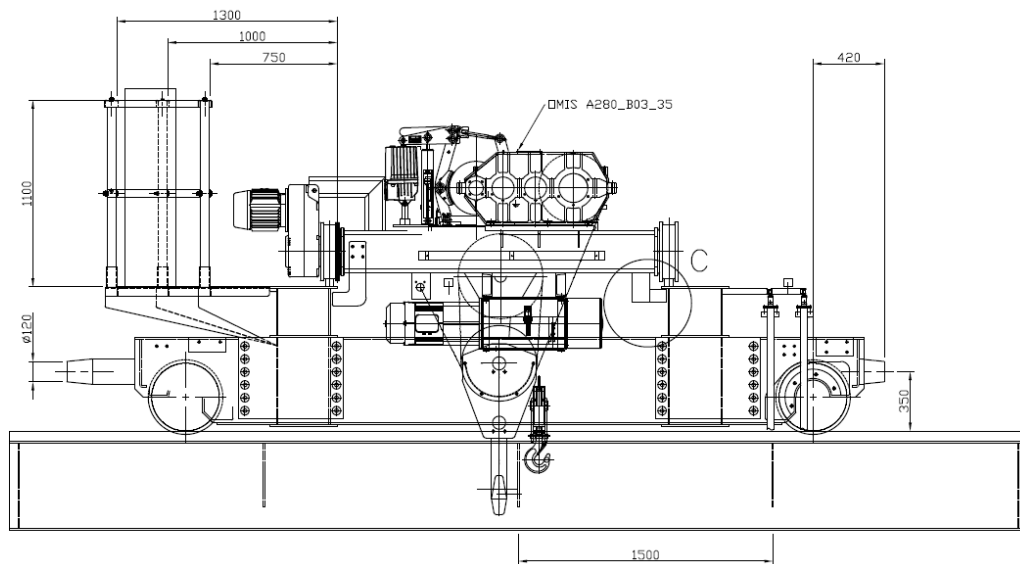


Fig. 103: Esquema Puente Grúa



Fig. 104: Puente Grúa

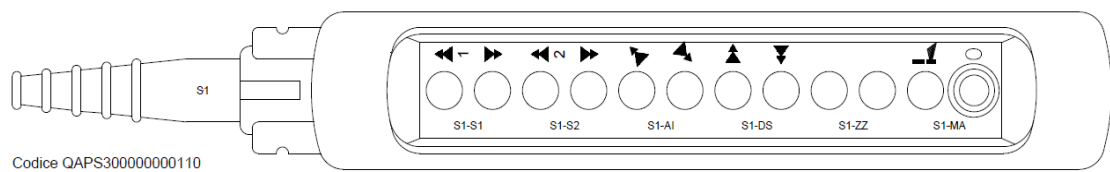


Fig. 105: Botonera de Puente Grúa

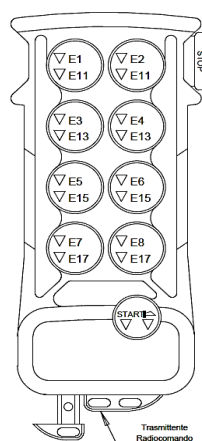


Fig. 106: Control Remoto de Puente Grúa

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



ANEXOS B7

MANTENIMIENTO ELEMENTOS DE SISTEMAS AUXILIARES

ADVERTENCIA:

Cuando se observan partes quebradas, aceite que gotea u otras condiciones potencialmente peligrosas, suspenda el servicio del transformador hasta que se realicen las reparaciones correspondientes. El no hacerlo puede causar lesiones graves, muerte o daño a la propiedad.

1 CÓDIGO: SA-TSA000

2 ELEMENTO

Servicios Auxiliares - Sistemas de corriente alterna – Transformador de servicios auxiliares - Carcasa y aceite de aislamiento

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de la carcasa y aceite de aislamiento del transformador auxiliar.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de Mantenimiento.

5 PROCEDIMIENTO

Para realizar las actividades que se mencionan a continuación es necesario que el transformador se encuentre desenergizado, de esta manera se protege al personal que realizara el mantenimiento al transformador.

5.1 SA-TSA001: Limpieza

- Se realizara una limpieza de la zona en la que se encuentra el transformador.
- Se realizara una inspección auditiva del elemento, esto quiere decir que se verificara que no se escuchen ruidos anormales al funcionamiento normal del equipo se debe informar inmediatamente al jefe de mantenimiento para tomar acciones correctivas.

5.2 SA-TSA002: Ajuste

- Se verificara el apriete de las piezas de fijación y de las válvulas; si se detecta los terminales de tierra flojos, es necesario desenergizar el transformador y apretarlos de forma inmediata.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

- Se realizara el apriete periódico de los tornillos de los cimientos, para evitar el desplazamiento del transformador.

5.3 SA-TSA003: Fugas

- Verificar nivel, realizar las pruebas del aceite según recomendación del fabricante.
- Se debe tomar una muestra (2 litros) del aceite dieléctrico para realizar pruebas (ASTM D3487) y comprobar el estado de este.
- Si se observa fuga de aceite por otra parte que no sea un buje, se informa inmediatamente al fabricante.

6 SEGURIDAD

- Para realizar el apriete de los terminales es de suma importancia que el transformador se encuentre totalmente desenergizado para evitar daños al personal de mantenimiento.
- Para este realizar el mantenimiento se necesita los siguientes elementos de seguridad:



7 MATERIALES

- ✓ Juego de dados
- ✓ Recipiente para tomar muestra de aceite

8 PERIODICIDAD

Se realizara la revisión del estado de la carcasa y pruebas del aceite dieléctrico se realizaran cada año, la limpieza se realizara de forma mensual y la verificación de fugas del transformador se realizara de forma semestral. Estas acciones tomaran día.

9 Reconocimiento Grafico



Fig. 107: Transformador de servicios auxiliares



1 CÓDIGO: SA-TSAB000

2 EQUIPO

Servicios Auxiliares - Sistemas de corriente alterna – Transformador de servicios auxiliares - Bujes

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de los bujes de alta y baja tensión del transformador auxiliar.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de Mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Antes de realizar la limpieza de los bushings el transformador debe estar desenergizado para evitar daños al personal de mantenimiento.

5.1 SA-TSAB004: Verificación térmica

- Verificar puntos calientes con el pirómetro en las conexiones de los terminales, si existen es probable que se encuentren flojos y se debe realizar un ajuste.

5.2 SA-TSAB005: Limpieza y verificación de funcionamiento

- Realizar la limpieza de polvo de los bujes, para esto es necesario que el transformador no se encuentre en funcionamiento es decir que se encuentre desenergizado. La limpieza se realizara con agua en caso de que se encuentre muy sucio se limpiara con amoníaco o tetracloruro de carbono, la solución no debe tocar ninguna parte metálica; después de la limpieza las partes de porcelana deben neutralizarse con agua que contenga bicarbonato de sodio y agua.
- Se verificara visualmente que los bujes de alta tensión y baja tensión no presenten daños ni fisuras, si se encuentra presencia de esto se debe informar al jefe de mantenimiento.
- Se debe realizar una evaluación del deterioro del aislante, esto se realizara en un laboratorio de alta tensión, se efectuaran pruebas de resistencia de aislamiento y medición de la tangente delta.

6 SEGURIDAD

- Para realizar la limpieza de los bujes y apriete de los terminales es de suma importancia que el transformador se encuentre totalmente desenergizado para evitar daños al personal de mantenimiento, además de esto es necesario que el personal tenga puesto los siguientes implementos de seguridad:

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



7 MATERIALES

- ✓ Cámara termografía
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Juego de llaves

8 PERIODICIDAD

La verificación de puntos calientes se realizara cada año, la inspección de aislamiento de los bujes será cada año.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO

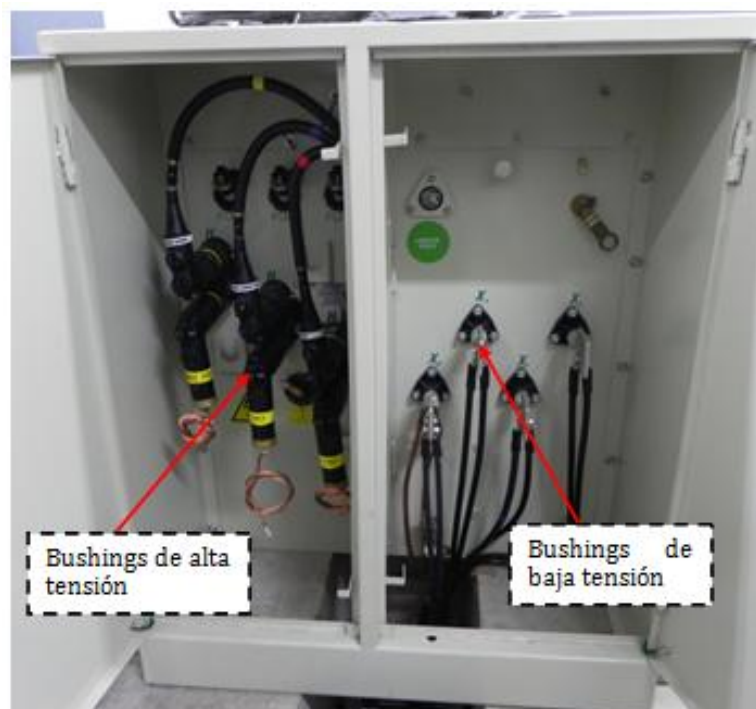


Fig. 108: Bushings del transformador

1 CÓDIGO: SA-TSAR000**2 EQUIPO**

Servicios Auxiliares - Sistemas de corriente alterna – Transformador de servicios auxiliares - Radiador de refrigeración

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del radiador de refrigeración del transformador auxiliar de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO**5.1 SA-TSAR006: Inspección**

- Se verificara si existen fugas de aceite de las cabeceras del radiador y de las partes soldadas del panel o del tubo, se realizara limpiando estas partes y observando si las mismas se humedecen con aceite.
- Verificar que no exista acumulación de sedimentos en las obleas o en el tubo, los indicios de que exista una acumulación son que el aceite pase con dificultad y la temperatura descienda; la remoción de estos residuos se puede realizar con la mano.

6 SEGURIDAD

- Se requiere que el personal de mantenimiento lleve puesto los siguientes implementos

**7 MATERIALES**

- ✓ Franela o limpión
- ✓ Recipiente para depositar sedimentos retirados

8 PERIODICIDAD

Se realizara la revisión del radiador cada año

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 109: Radiador del transformador

1 CÓDIGO: SA-TSAT000**2 EQUIPO**

Servicios Auxiliares - Sistemas de corriente alterna – Transformador de servicios auxiliares - Indicadores de temperatura y aceite

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de los indicadores del transformador auxiliar.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de Mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

La verificación del funcionamiento de los indicadores se realizara con el transformador en funcionamiento, la revisión del estado de los contactos se efectuara con el transformador desenergizado.

5.1 SA-TSAT007: Inspección

- Se verificara que los indicadores de temperatura y nivel de aceite se encuentren en un buen estado, se debe revisar que no existan trisaduras en los cristales de los indicadores y si estos están sucios se debe realizar la limpieza con un paño.
- Se probara el buen funcionamiento del termómetro esto se realizara con un termómetro externo y se realizaran las medidas de la temperatura, estas deben coincidir (máxima 90°C para el aceite, y 110°C para el punto más caliente).
- Se verificar que los contactos de alarma estén colocados adecuadamente.
- El volumen de aceite siempre debe fluctuar en el nivel establecido en la instalación.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:

**7 MATERIALES**

- ✓ Franela o limpión

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



8 PERIODICIDAD

La inspección de funcionamiento de los indicadores se realizara de forma anual.

1 CÓDIGO: SA-TSAV000**2 EQUIPO**

Servicios Auxiliares – Sistemas de corriente alterna – Transformador de servicios auxiliares – Válvulas

3 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Departamento de Mantenimiento – Ing. Mecánico – Ing. Eléctrico

4 OBJETIVO

Establecer un conjunto de actividades y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo de las válvulas del transformador auxiliar.

5 PROCEDIMIENTO

Para remplazar los empaques del tanque de aceite del transformador es necesario que este este desenergizado.

5.1 SA-TSAV008: Limpieza

- Para limpiar el área se puede utilizar un cepillo de alambre y alcohol, se pondrá el adhesivo únicamente en el lado del empaque y solo se untará la cantidad necesaria para fijarlo en su sitio; nunca debe reutilizarse un empaque que se a cambiado.

5.2 SA-TSAV009: Fugas

- Se verificara que no exista presencia de fugas en las válvulas, si estas existen es necesario retirar y reemplazar el empaque.
- Si la fuga de aceite no se detiene después de un ajuste correcto, el empaque deberá cambiarse

6 SEGURIDAD

→ El personal debe llevar puesto los siguientes implementos de seguridad:

**7 MATERIALES**

- ✓ Alcohol

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



- ✓ Cepillo de alambre
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Empaques de repuesto
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Juego de dados
- ✓ Adhesivo para empaques

8 PERIODICIDAD

La inspección visual de fugas se realizara de forma diaria.



CELDA DE MEDIA TENSIÓN

1 CÓDIGO: SA-CACM000

2 ELEMENTO

Servicios Auxiliares – Sistema de corriente Alterna - Celdas de Media Tensión

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de las celdas de media tensión.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS

Se realizarán verificaciones de los elementos para garantizar el buen funcionamiento de los mismos, se revisarán indicadores luminosos y se revisará que los medidores funcionen correctamente.

5.1 SA-CACM010: Conexiones

- Verificar el ajuste de las conexiones de puesta a tierra de los equipos.
- Verificar y ajustar las conexiones de las bornas en los tableros de elementos en la parte superior de las celdas.
- Verificar las conexiones y funcionamiento de los interruptores de vacío de las celdas A01, A02, A05.

5.2 SA-CACM011: Verificación térmica

- Mediante una cámara térmica verificar si existen puntos de calor en los elementos o en las conexiones de estos.

5.3 SA-CACM012: Verificación de funcionamiento

- Comprobar funcionamiento de las luces de indicación de los tableros en la parte frontal, en caso de que estos se encuentren quemados realizar el remplazo de los mismos.

5.4 SA-CACM013: Limpieza

- Se retirará el polvo de los elementos mediante una brocha.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

- Se debe realizar una limpieza periódica de las celdas mediante una aspiradora la cual limpiara el polvo e impurezas que se encuentren en la parte inferior de la celda.

5.5 SA-CACM014: Medición

- Se debe realizar la medición de resistividad de los interruptores de selección y control, se realizara con el interruptor cerrado y desenergizado esta resistencia deben tener un valor pequeño en el orden de $200\mu\Omega$.
- En caso de sustitución de elementos por causa de daños severos se deberá constar con la supervisión de personal calificado y manual de fabricante.

6 SEGURIDAD

→ El personal debe llevar puesto los siguientes implementos de seguridad:



7 MATERIALES

- ✓ Aspiradora
- ✓ Multímetro
- ✓ Juego de destornilladores

8 PERIODICIDAD

Se realizara el mantenimiento de las celdas de forma anual, la limpieza se realizara de forma trimestral.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 110: Celdas de media tensión

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



1 CÓDIGO: SA-CCBB000

2 ELEMENTO

Servicios Auxiliares – Sistema de corriente continua - Banco de baterías

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del banco de baterías.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS

Para realizar la limpieza de sulfataciones y la verificación de densidad se debe retirar la conexión de los bornes de las baterías, luego de realizar la limpieza se colocara las conexiones de los bornes asegurándose de que estos queden bien ajustados.

5.1 SA-CCBB 015: Limpieza

- Inspección visual rigurosa, se observa en todo el cuarto de baterías la presencia de filtraciones, humedad y obstáculos, se limpiara el cuarto en donde se encuentra el banco de baterías mensualmente retirando los sólidos de desecho.
- Limpieza de polvo en tapas y bornes de las celdas, para esto se utiliza un paño humedecido en agua limpia, si existe presencia de líquido electrolito, se debe limpiar con paño humedecido en una solución de bicarbonato de sodio y agua (0.5Kg / 5lts de agua).

5.2 SA-CCBB 016: Sulfatación

- Se retirara la sulfatación que se puede presentar en los bornes de conexión de las baterías con un paño humedecido en solución de bicarbonato de sodio, luego repasar otro paño húmedo solo con agua y secar, finalmente se recubre con grasa no oxidante.

5.3 SA-CCBB 017: Corrosión

- Se revisara la base de las baterías para verificar si estas presentan corrosión, se prestara atención a las uniones de la estructura si estas están con presencia de óxido se lijara la parte afectada y se pintara la misma.

5.4 SA-CCBB 018: Medición de densidad

- Medición de la densidad de cada una de las celdas con un densímetro destinado para el caso, se registra esos niveles que deben encontrarse entre los 1230 y 1250

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

o los niveles de máximo y mínimo establecidos. Cualquier anomalía comunicar al jefe de mantenimiento.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Franela o paño
- ✓ Solución de bicarbonato
- ✓ Lija # 100
- ✓ Pintura
- ✓ Multímetro

8 PERIODICIDAD

La limpieza del cuarto del banco de baterías será mensual y la revisión de funcionamiento, corrosión se realizara de forma anual, estas tareas se realizaran en un día.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 111: Banco de baterías



1 CÓDIGO: SA-CCRT000

2 ELEMENTO

Servicios Auxiliares – Sistema de corriente continua - Rectificador

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del rectificador.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 Procedimientos

Para realizar el mantenimiento de los rectificadores los equipos estarán en funcionamiento.

5.1 SA-CCRT019: Mediciones eléctricas

- Medir voltaje de entrada al rectificador: se utiliza un multímetro digital.
- El suministro de energía al rectificador se encuentra ubicado en el Breaker IER. Se observará que este breaker se encuentra compuesto por tres cables. Cada cable se encuentra asociado a una fase (fases R, S y T de izquierda a derecha respectivamente).
- Para realizar la medición se han de colocar las puntas del multímetro (positiva y negativa) a la entrada de la fase R y S y el multímetro ha de arrojar un valor de: V nominal \pm 10 %. De igual manera se procederá con las fases restantes.
- Medir la corriente de ingreso al rectificador: esta medición se realizará con una pinza amperimétrica en cada una de las fases, las tres corrientes por fase medidas deberán ser aproximadamente iguales.
- Medir la tensión de salida del rectificador: se utiliza un multímetro en posición Vdc. En el seccionador de salida, se colocarán las puntas del multímetro en las barras positiva y negativa.
- Esta medición debe corresponder a: Voltaje de flotación \pm 2% previsto para el banco de baterías asociado.
- Medir tensión polo positivo a tierra y polo negativo a tierra, barra + y -: se realiza con el multímetro configurado para medir tensión directa (Vdc) se colocará la punta positiva en la barra positiva del seccionador de salida y la punta negativa en la carcasa de la puerta del gabinete para poder obtener la tensión positiva con respecto a tierra.
- Para obtener la tensión negativa con respecto a tierra, se procederá de igual manera a la medición positiva – tierra pero con la diferencia que la punta positiva se colocará en la barra negativa asociada al seccionador de salida.
- Medir tensión de ripple en salida rectificador: se procede a colocar el multímetro en Vac, y se procede igual como si fuera a medir voltaje de flotación, es decir se

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

mide en las barras asociadas al seccionador de salida (punta positiva a barra positiva y punta negativa a barra negativa). El valor medido deberá ser: $V_{\text{ripple}} < 2\% V_{\text{flotación}}$.

5.2 SA-CCRT 020: Verificación de funcionamiento de componentes.

- Verificar el funcionamiento de los ventiladores ubicados en la puerta trasera y los del puente del rectificador.

5.3 SA-CCRT021: Chequeo de conexiones.

- Chequear que las conexiones de los filtros de salida del rectificador estén firmes, que se encuentran debajo del puente PTR.
- Se observará posibles fugas de los condensadores.
- Cheque de conexiones en borneras en general. Notificar posibles fallas o ajustar si es posible.

5.4 SA-CCRT022: Chequeo del panel.

- Chequear led's de señalizaciones. Se realiza pulsando la tecla **Prueba Led's** del panel frontal.
- Chequear mediciones del panel digital, comparando las lecturas de tensión y corriente medidas con las observadas.
- Limpieza del panel con un paño.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Franela o limpión
- ✓ Juego de desarmadores
- ✓ Multímetro de gancho

8 PERIODICIDAD

El mantenimiento del rectificador se realizar de forma anual, estas acciones duran 1 día.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 112: Rectificador



1 CÓDIGO: SA-CATAB000

2 ELEMENTOS

Servicios auxiliares – sistemas de corriente alterna - tablero de distribución

Servicios auxiliares – sistema de barra segura (tableros) - Inversor ITB'e

Servicios auxiliares – sistema de barra segura (tableros) - línea de emergencia

Servicios auxiliares – sistema de barra segura (tableros) – Interruptor estático

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de los tableros del sistema de barra segura y el tablero de distribución.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 Procedimientos

Para la realización del mantenimiento, el equipo se encontrara en funcionamiento para la revisión de puntos calientes en conexiones y para la verificación de indicadores del equipo; para la limpieza es necesario que el tablero no se encuentre en funcionamiento.

5.1 SA-CATAB023: Limpieza

- Limpiar el polvo con ayuda de una aspiradora o con una brocha.
- Limpiar el gabinete con una franela embebida en un solvente noble para retirar polvo.
- Limpiar las entradas de ventilación.
- Inspeccionar visualmente que no presente daños visibles o piezas flojas o sueltas.
- Reapretar todas las terminales, poniendo atención en cada componente que se esté reapretando para detectar si este tiene rastros de calentamiento. Si está presente algún rastro anotarlo y posteriormente desconectarlo para definir la causa del calentamiento.

5.2 SA-CATAB024: Verificación térmica

- Mediante una cámara térmica o termógrafo verificar si existen puntos de calor en los elementos o en las conexiones de estos.

5.3 SA-CATAB025: Conexiones

- Verificar el estado de elementos de potencia y revisar el estado de las conexiones de estos.
- Revisar que las conexiones de tierra estén bien apretados y que además tengan continuidad eléctrica con la estructura del tablero.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Aspiradora
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Juego de desarmadores
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Cámara termográfica

8 PERIODICIDAD

La verificación de funcionamiento y chequeo de conexiones se realizara de forma anual, la limpieza se realizara trimestralmente.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 113: tableros de Barra segura



Fig. 114: Tablero de distribución



1 CÓDIGO: SA-CATAB000

2 ELEMENTOS

Servicios auxiliares – sistemas de corriente alterna – Tableros

Servicios auxiliares – sistemas de corriente continua – Tablero

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de los tableros de corriente alterna y el tablero de corriente continua.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTOS

Para la realización del mantenimiento, el equipo se encontrara en funcionamiento para la revisión de puntos calientes en conexiones y para la verificación de indicadores del equipo.

5.1 SA-CATAB026: Limpieza

- Limpiar el polvo con ayuda de una aspiradora o con una brocha.
- Limpiar la puerta de vidrio con una franela embebida en un solvente noble para retirar polvo.
- Inspeccionar visualmente que no presente daños visibles o piezas flojas o sueltas.
- Reapretar todas las terminales, poniendo atención en cada componente que se esté reapretando para detectar si este tiene rastros de calentamiento. Si está presente algún rastro anotarlo y posteriormente desconectarlo para definir la causa del calentamiento.

5.2 SA-CATAB027: Verificación térmica

- Mediante una cámara térmica o termógrafo verificar si existen puntos de calor en los elementos o en las conexiones de estos.

5.3 SA-CATAB028: Conexiones

- Verificar el estado de elementos de potencia y revisar el estado de las conexiones de estos.
- Revisar que las conexiones de tierra estén bien apretados y que además tengan continuidad eléctrica con la estructura del tablero.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

6 SEGURIDAD

→ El personal de mantenimiento debe tener puesto los siguientes implementos:



7 MATERIALES

- ✓ Aspiradora
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Juego de desarmadores
- ✓ Cámara termográfica

8 PERIODICIDAD

La verificación de funcionamiento y chequeo de conexiones se realizara de forma anual, la limpieza se realizara trimestralmente.

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 115: Tableros del sistema de corriente alterna



Fig. 116: Tablero de sistemas de corriente continua

PUENTE GRUA

1 CÓDIGO: SA-PGB000

2 ELEMENTO

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa - Caja de pulsadores o botonera

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo de la botonera del puente grúa.

4 RESPONSABLE

Operador de la central Saymirín V

5 PROCEDIMIENTO

5.1 SA-PGB029: Inspección

- El operador comprobara el funcionamiento del cabrestante, esto lo realizara tomando la botonera del puente grúa y probara la puesta en marcha, la parada, la elevación y descenso del cable.

6 SEGURIDAD

- Para este realizar el mantenimiento se necesita los siguientes elementos de seguridad:



7 PERIODICIDAD

Estas acciones se realizaran diariamente por el personal de mantenimiento de la central.

8 RECONOCIMIENTO GRAFICO

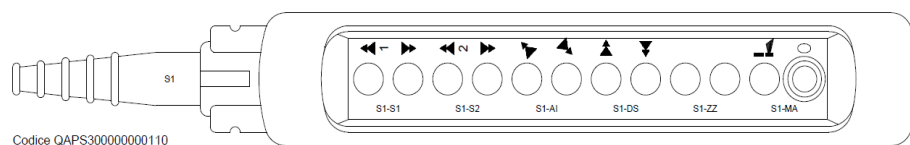


Fig. 117: Botonera

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



1 CÓDIGO: SA-PGG000

2 ELEMENTO:

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa – Cables, elementos de fijación, Gancho, poleas y tambor

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo de los cables, elementos de fijación, gancho, poleas y tambor del puente grúa.

4 Responsable

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

5.1 SA-PGG030: Cables y elementos de fijación

- El personal de mantenimiento inspeccionara el estado del cable, se debe prestar atención en el número de hilos rotos, la disminución del diámetro del cable y deformaciones.
- Se verificara la presencia de corrosión y desgaste si este es igual o superior al 7% se tomaran fotos de las secciones dañadas o desgastadas y se informara al jefe de mantenimiento.

5.2 SA-PGG031: Gancho

- Se verificara visualmente el estado del gancho, se revisara si presenta desgaste o deformaciones.
- Se inspeccionara visualmente las garruchas, esto se realizara observando la inclinación durante el izaje y descenso en vacío si el gancho presenta una gran inclinación es porque existe un rose excesivo de las garruchas, se procederá a informar al jefe de mantenimiento para realizar las acciones correctivas necesarias.

5.3 SA-PGG032: Poleas y tambor

- Se inspeccionara el desgaste que se presenta en la garganta de las poleas,
- Se verificara el correcto funcionamiento de las mismas en rotación; si se notan imperfecciones se desmontara y se verificaran los cojinetes
- En el tambor se revisara el apriete de los tornillos que sujetan el cable, se verificara el estado, el desgaste y la integridad de la rosca de los tornillos.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

6 SEGURIDAD

- Para realizar el mantenimiento del cabrestante y sus elementos es necesario desconectar la alimentación de este además de colocar un aviso de que este se encuentra en mantenimiento
- El personal de mantenimiento debe usar para estas acciones los siguientes implementos



7 LUBRICACIÓN

Se realizara el engrase del cable para mantener su correcto desplazamiento.

Se realizará un engrase del cojinete de empuje del gancho, poleas y tambor

8 MATERIALES

- ✓ Grasa para el cable (ESSO Shield BK, AGIP GR MU/EP 1, MOBIL Mobiltac 4, SHELL Cardium Compound D, TOTAL Totalude compound A)
- ✓ Grasa para el cojinete de empuje (ESSO Shield BK, AGIP GR MU/EP 1, MOBIL Mobiltac 4, SHELL Cardium Compound D, TOTAL Totalude compound A)
- ✓ Juego de dados
- ✓ Juego de destornilladores
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Hoja de registro

9 PERIODICIDAD

Se realizara una inspección anualmente.

La revisión del cable del puente grúa se realizara trimestralmente al igual que el engrase del cable se realizara trimestralmente.

El engrase del cojinete de empuje se realizara cada 3 meses.

Se realizara la lubricación de las poleas y tambor de forma trimestral.

10 RECONOCIMIENTO GRAFICO

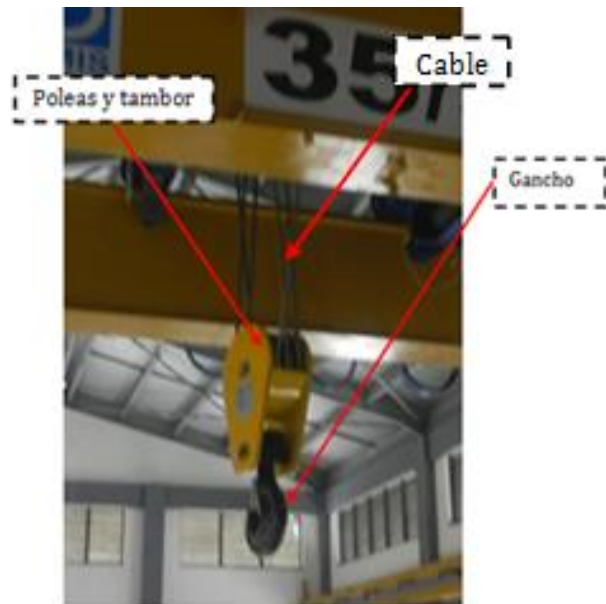


Fig. 118: Gancho



1 CÓDIGO: SA-PGCB000

2 ELEMENTO

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa – Reductor cabrestante

3 OBJETIVO

Indicar un conjunto de actividades para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo del reductor cabrestante del puente grúa.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO

Se tendrá apagado el reductor cabrestante verificando que los interruptores de corriente se encuentren abiertos.

5.1 SA-PGCB033: Inspección

- En el reductor del cabrestante se controlara el nivel de ruido, también se tomaran muestras del aceite para verificar que no existan limallas.
- Si se encuentran limallas en el aceite y el ruido es fuerte se informara al jefe de mantenimiento y se enviara el aceite para el análisis

5.2 SA-PGCB034: Lubricación

Para el reductor de elevación es necesario utilizar aceite y para el reductor de se utilizara grasa y aceite donde sea necesario.

Para realizar el cambio de aceite se deben seguir las siguientes instrucciones:

- El vaciado de aceite se efectuara a una temperatura no menos a 20°C en caso de que la temperatura ambiente sea inferior a este valor se hará rodar los reductores por un momento hasta alcanzar la temperatura deseada.
- Se retirara el tapón de vaciado y se dejara gotear el aceite; se debe lavar el reductor con gasolina, se realizara unas cuantas maniobras en vacío y se vaciara completamente.
- Se verterá el aceite lentamente para alcanzar el nivel deseado, se debe tener mucho cuidado de no exceder el nivel indicado.
- El tipo de aceite a utilizarse no debe ser más fluido que el que se recomienda por el fabricante.
- Una vez cambiado el aceite se depositara lo extraído en el contenedor correspondiente.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

6 SEGURIDAD

→ Se utilizaran los siguientes elementos de seguridad:



7 MATERIALES

- ✓ Gasolina 1litro
- ✓ Recipiente para el aceite viejo
- ✓ Franela o limpión
- ✓ Aceite para caja reductora (AGIP Blasias 150 o MOBIL Mobilgear 629), 2 litros
- ✓ Grasa para reductor (AGIP SLL-EP-0, MOBIL LUX-EP-0, TOTAL EP200-GR-00)
- ✓ Contenedor para muestra de aceite

8 PERIODICIDAD

La toma de la muestra de aceite para la verificación se realizara cada seis meses y la verificación de ruido y funcionamiento se realizara cada año.

La puesta de aceite y engrase se realizara cada 4 años.

1 CÓDIGO: SA-PGRF000**2 ELEMENTO**

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa – Ruedas y frenos

3 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo de las ruedas y frenos del puente grúa.

4 RESPONSABLE

DIPRO – CENTRALES HIDRÁULICAS - GRUPO DE MANTENIMIENTO

5 PROCEDIMIENTO

Para realizar el remplazo de las ruedas del puente grúa será necesario contactar con el fabricante.

5.1 SA-PGRF035: Inspección

- Se realizara una inspección del desgaste de los bordes de las ruedas y la banda de rodadura.
- se velicara que el desgaste no sea superior a 5mm o la reducción del espesor del borde no sea mayor al 50%, si se presentan estos casos se debe realizar la sustitución de las ruedas.
- Se verificara visualmente el estado de desgaste de los frenos

5.2 SA-PGRF036: Lubricación

- Se procederá a realizar el engrase de los cojinetes de las ruedas para que estos funcionen de la forma correcta.
- El tipo de grasa a utilizarse debe ser la que recomienda el fabricante.

6 SEGURIDAD

→ Se utilizaran los siguientes elementos de seguridad:



7 MATERIALES

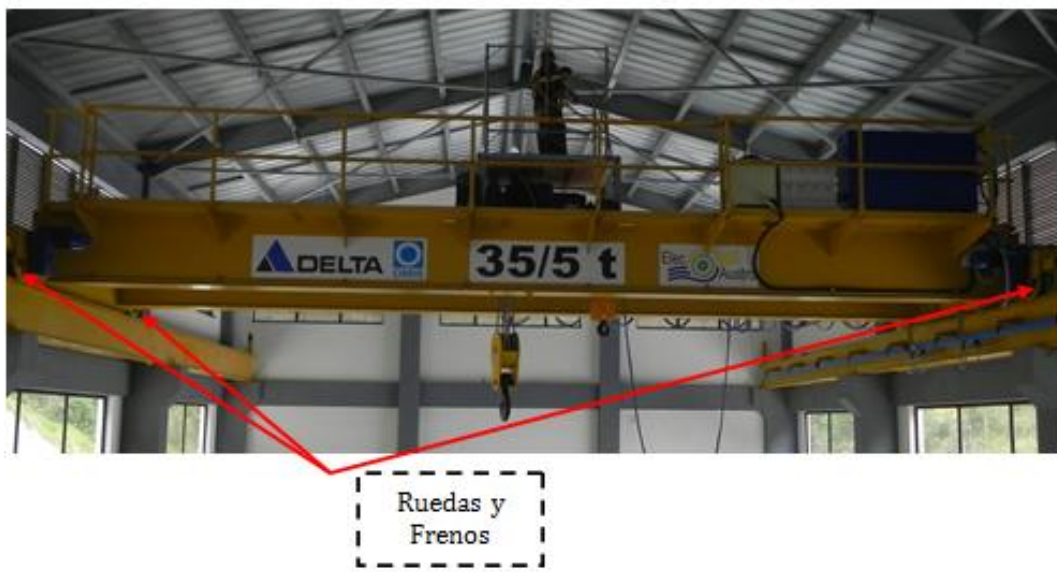
- ✓ Grasa (ESSO Shield BK, AGIP GR MU/EP 1, MOBIL Mobiltac 4, SHELL Cardium Compound D, TOTAL Totalude compound A)

8 PERIODICIDAD

Se realizara la revisión de los elementos mencionados anteriormente cada año

El engrase de los cojinetes de las ruedas se realizara de forma trimestral

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



1 CÓDIGO: SA-PGFT000**2 ELEMENTO**

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa – Fin carreras y topes

3 OBJETIVO

Establecer un instructivo para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo del fin carrera y topes del puente grúa de la Central Saymirín V.

4 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

5 PROCEDIMIENTO**5.1 SA-PGFT037: Inspección**

- Se realizara una inspección visual del estado de los topes estos no deben presentar roturas o deformaciones.
- Se comprobara el funcionamiento del fin carrera, para esto se accionara varias veces manualmente para probar que este respondiendo de manera adecuada.

6 SEGURIDAD

- El personal que realiza las acciones de mantenimiento deben llevar puesto los siguientes elementos de protección:

**7 MATERIALES**

- ✓ Topes de remplazo
- ✓ Juego de destornilladores
- ✓ Juego de llaves

8 PERIODICIDAD

Se realizara la revisión de los elementos mencionados anteriormente cada año

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO

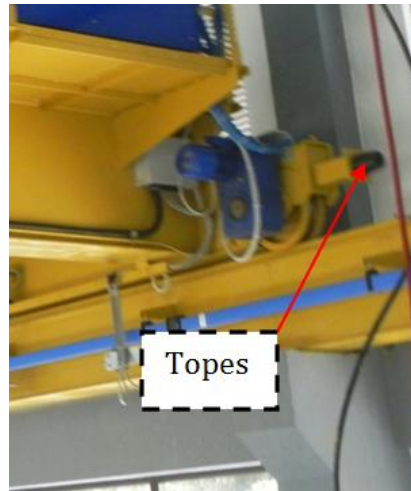


Fig. 119: Topes de carro de puente grúa

1 CÓDIGO: SA-PGCFB000
2 ELEMENTO

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa – Contactores, fusibles y bornes

3 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de mantenimiento

4 OBJETIVO

Establecer un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de las partes eléctricas del puente grúa de la Central Saymirín V.

5 PROCEDIMIENTO

5.1 SA-PGCFB038: Inspección

- Se verificara el estado y accionamiento de las contactores, esto se realizara de forma manual
- Se realizara una inspección del deterioro de los contactos del sistema, si estos no funcionan correctamente se realizara el remplazo de los mismos, se realizara las mismas acciones para los contactos auxiliares.
- Se inspeccionara que los fusibles estén funcionando para esto se tomara un multímetro y se verificara la continuidad de estos si se encuentran inservibles se remplazan.
- Se verificara visualmente que la identificación de los bornes sea legible.
- Se debe verificar que los bornes estén correctamente apretados, si se encuentran flojos se realizara el apriete; si se visualiza que alguna bornera está dañada se sustituirá.

6 SEGURIDAD

- Para realizar el mantenimiento de la parte eléctrica del puente grúa es necesario que los elementos estén desenergizados.
- Se necesitan los siguientes elementos de seguridad:



7 MATERIALES

- ✓ Multímetro
- ✓ Juego de desarmadores
- ✓ Contactores de repuesto
- ✓ Borneras de repuesto
- ✓ Fusibles de remplazo

8 PERIODICIDAD

Se realizara el control y mantenimiento anualmente

9 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 120: Tablero de conexiones

10 CÓDIGO: SA-PGLC000**11 ELEMENTO**

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa – Limitador de carga

12 OBJETIVO

Elaborar un conjunto de acciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general del limitador de carga del puente grúa de la Central Saymirín V.

13 RESPONSABLE

DIPRO – Centrales Hidráulicas - Grupo de Mantenimiento

14 PROCEDIMIENTO**14.1 SA-PGLC039: Inspección**

- Se efectuara la comprobación del limitador de carga mediante una cámara de carga con visualizador de valores de esfuerzo, se dispondrá de masas de valor conocido, estas se colocaran de una en una y se verificara los valores de esfuerzo; luego de cada prueba se llenara una hoja de registro.

15 SEGURIDAD

→ El personal dispondrá de los siguientes elementos de seguridad

**16 MATERIALES**

- ✓ Masas con valores establecidos
- ✓ Cámara de carga
- ✓ Hoja de registro

17 PERIODICIDAD

Se realizara anualmente la revisión del limitador de carga esta acción dura 1 día.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

18 Código: SA-PGMS000**19 ELEMENTO**

Servicios auxiliares – Sistema de izaje – Puente Grúa – Ménsulas

20 OBJETIVO

Elaborar un conjunto de acciones y recomendaciones para realizar el mantenimiento preventivo del estado general de las ménsulas del puente grúa de la Central Saymirín V.

21 RESPONSABLE

DICMA – Ing. Civil

22 PROCEDIMIENTO**22.1 SA-PGMS040: Inspección**

- Se procederá a realizar una inspección visual en las ménsulas en los puntos que estén sometidas a esfuerzos como se indica en la fig.
- Si existen fisuras se procederá a medir estas y anotar estas en una hoja de registro; realizar un registro fotográfico de las mismas para un control posterior.

23 SEGURIDAD

→ Se utilizaran los siguientes implementos de seguridad:

**24 MATERIALES**

- ✓ Escalera
- ✓ Flexómetro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Hoja de registros

25 PERIODICIDAD

La frecuencia con la que se revisara el estado de las ménsulas será anual.

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

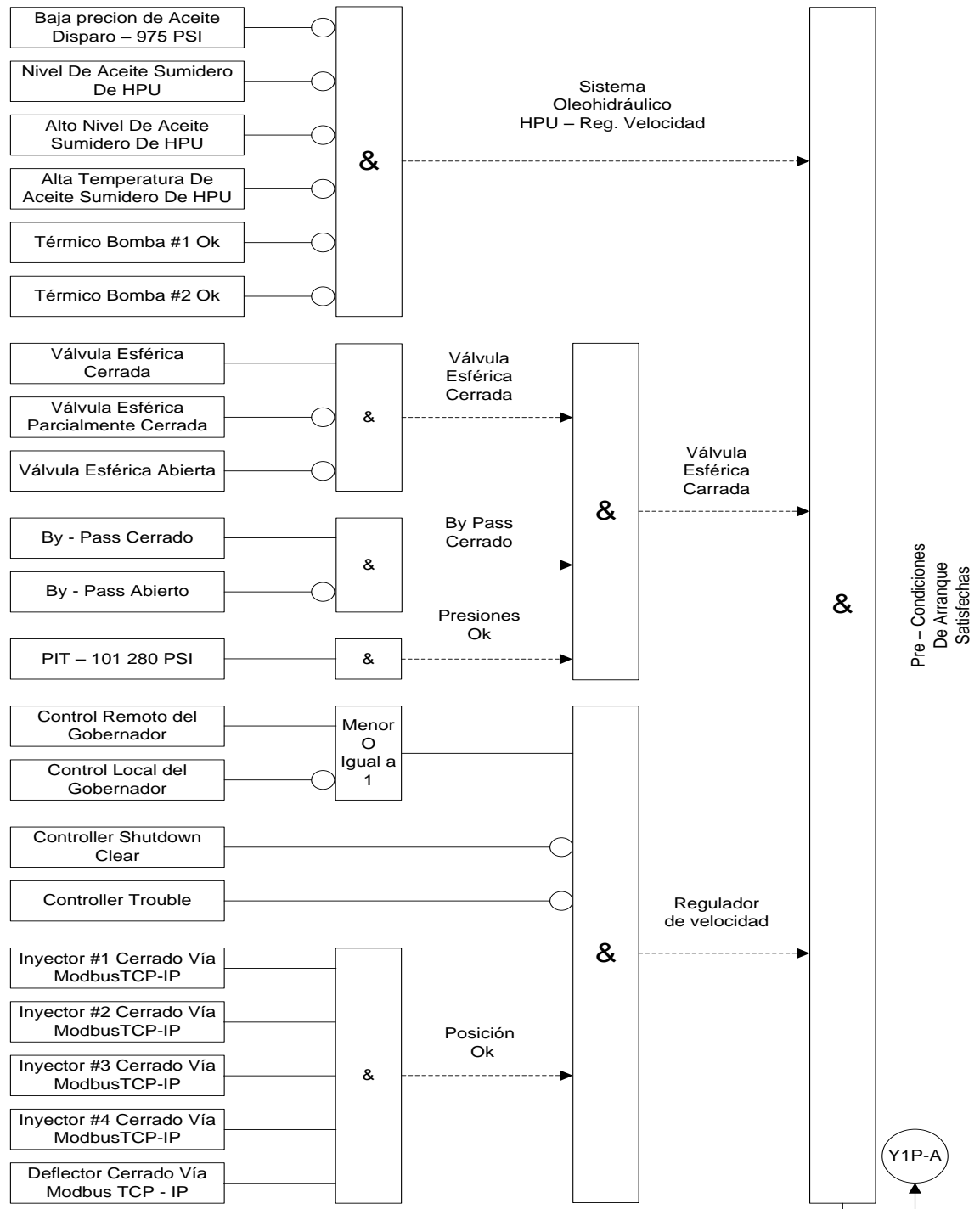
26 RECONOCIMIENTO GRAFICO



Fig. 121: Ménsulas del puente grúa

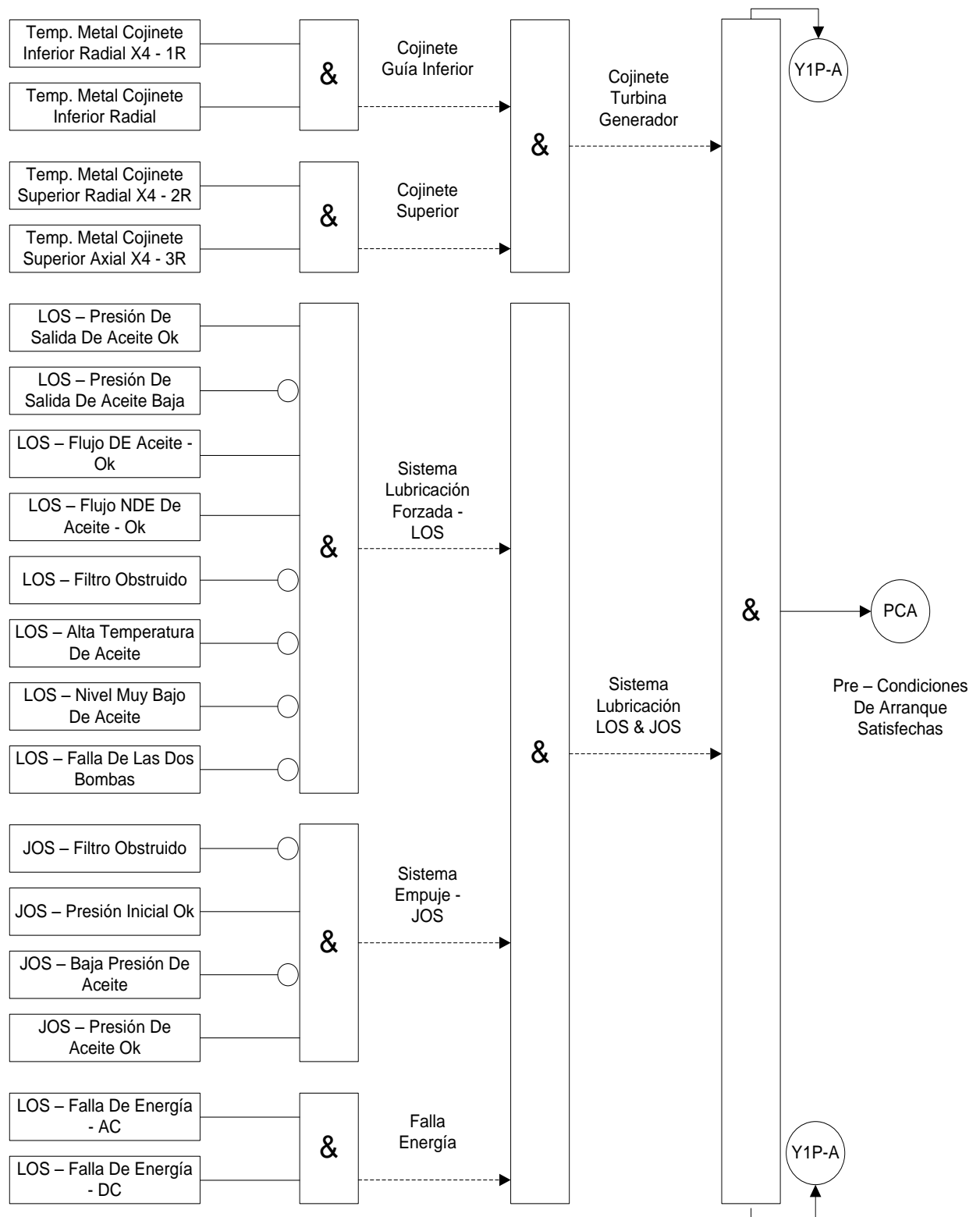
ANEXO B7

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PRECONDICIONES DE ARRANQUE DE LA CENTRAL



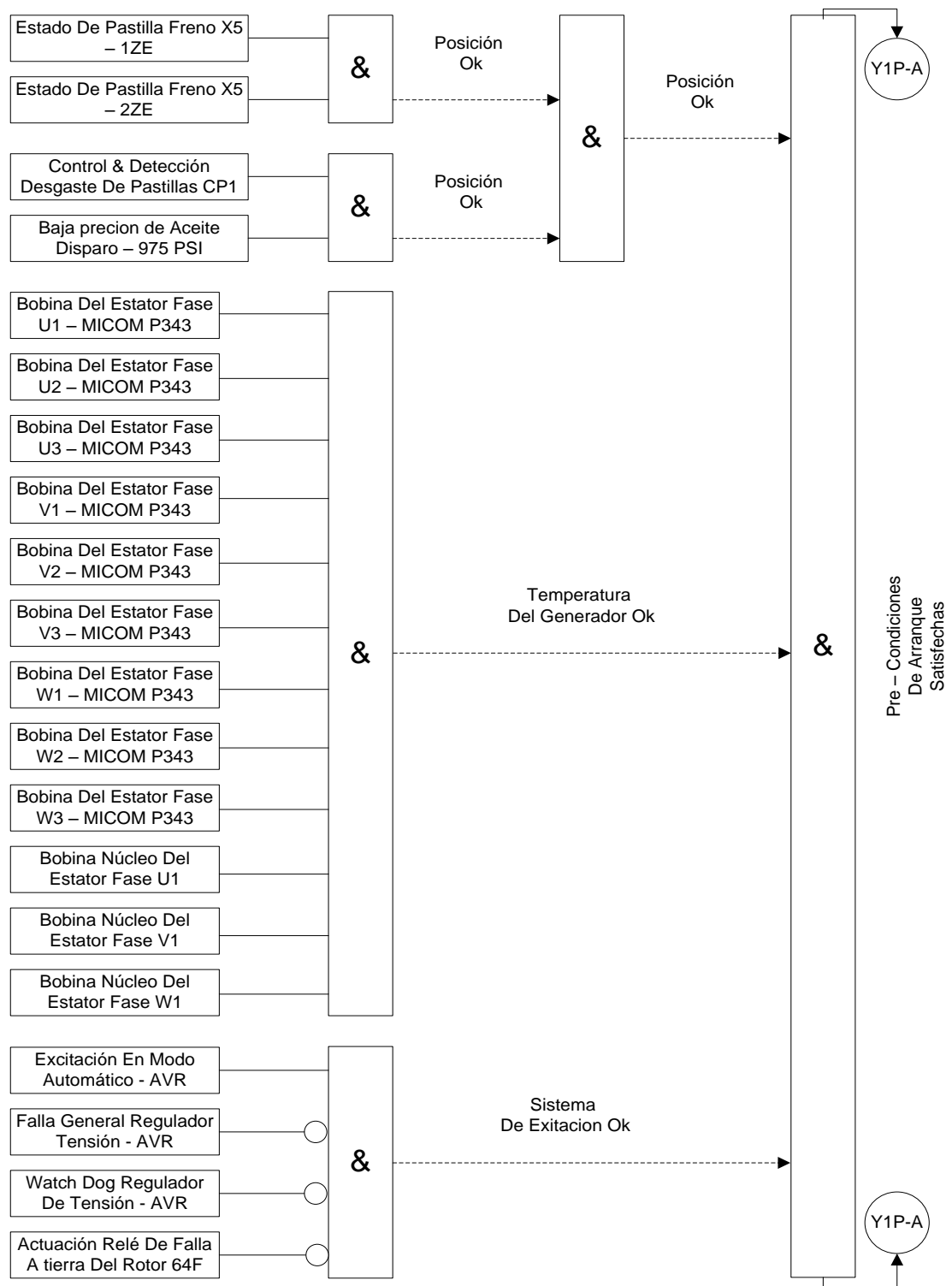
Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

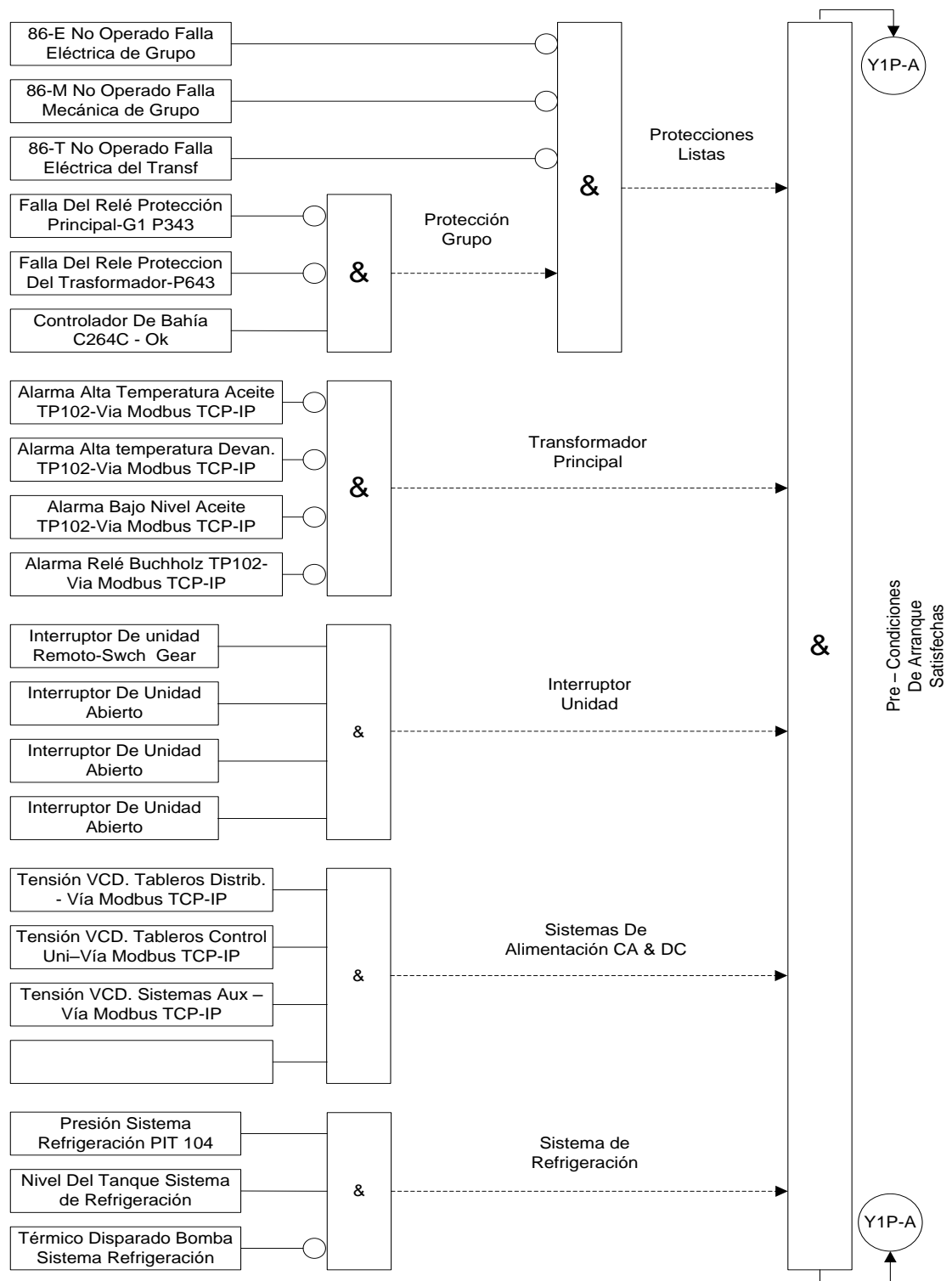
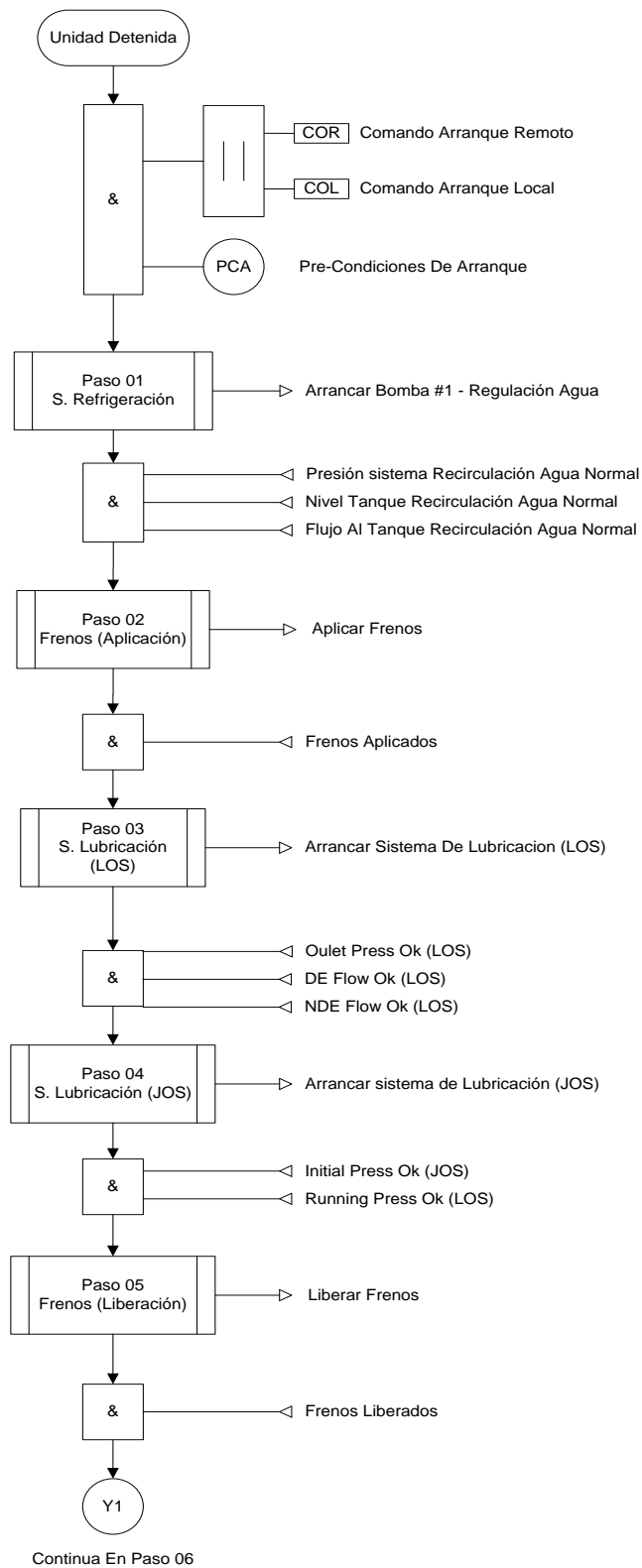
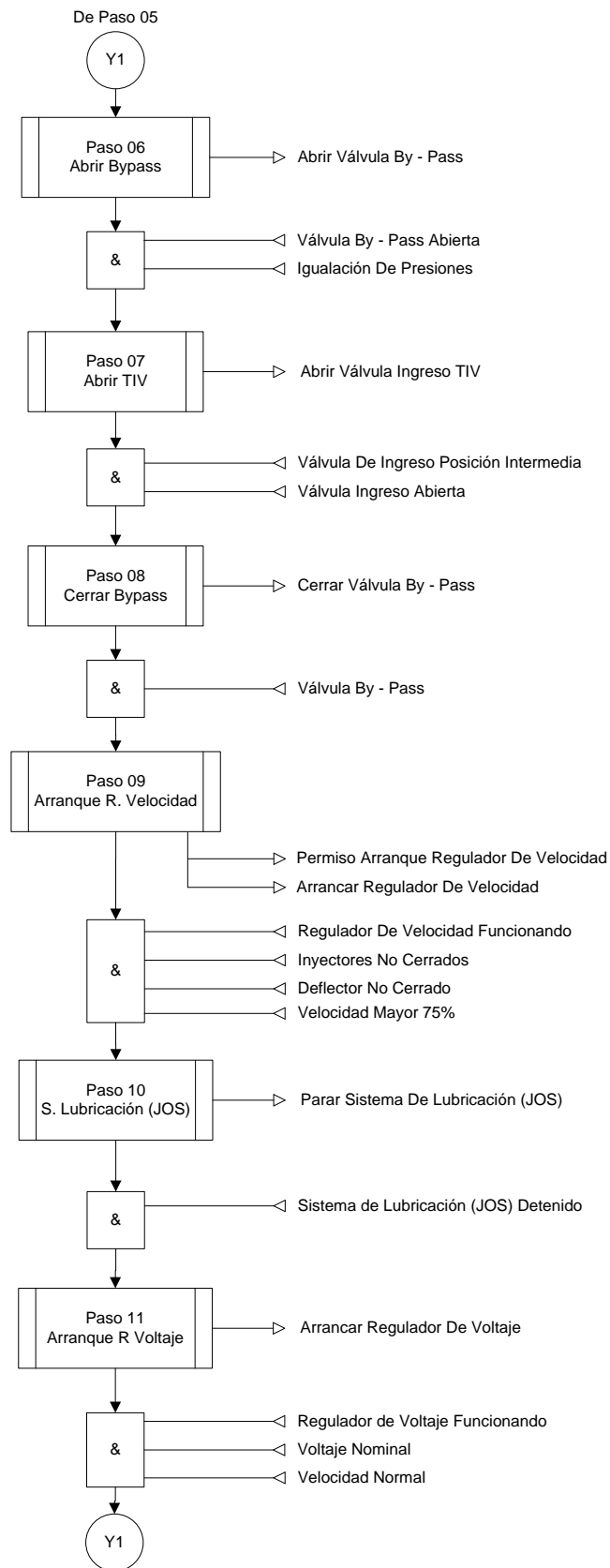


Fig. 122: Diagrama de Bloques Condiciones de Pre-Arranque

DIAGRAMA DE ARRANQUE DE LA CENTRAL





Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

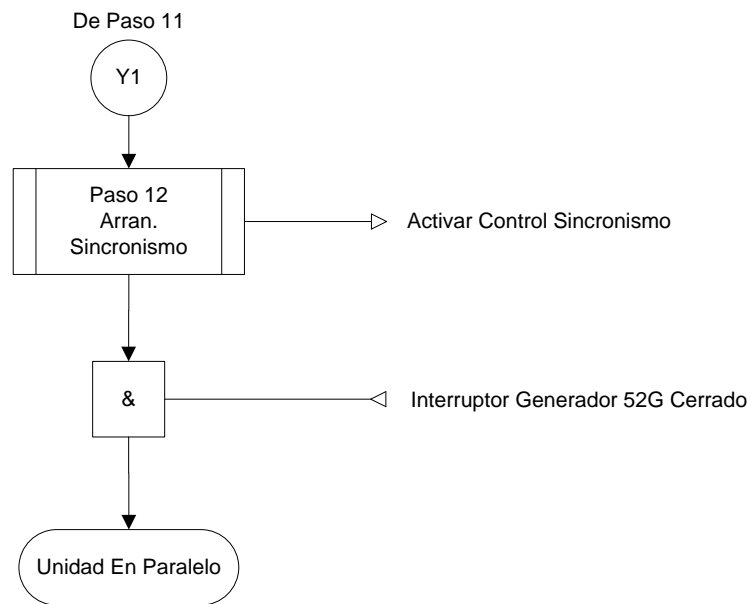
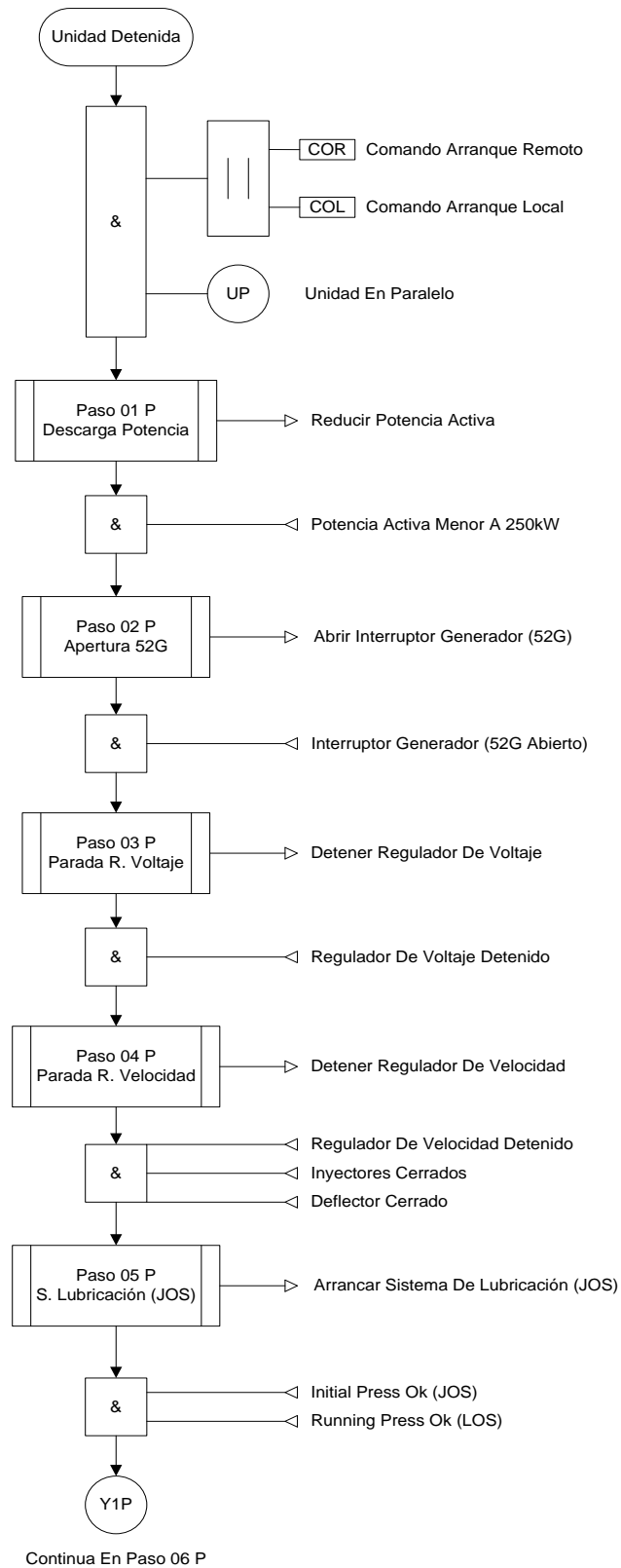
**Fig. 123: Diagrama de Bloques Arranque**

DIAGRAMA DE PARADA NORMAL DE LA CENTRAL



Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.

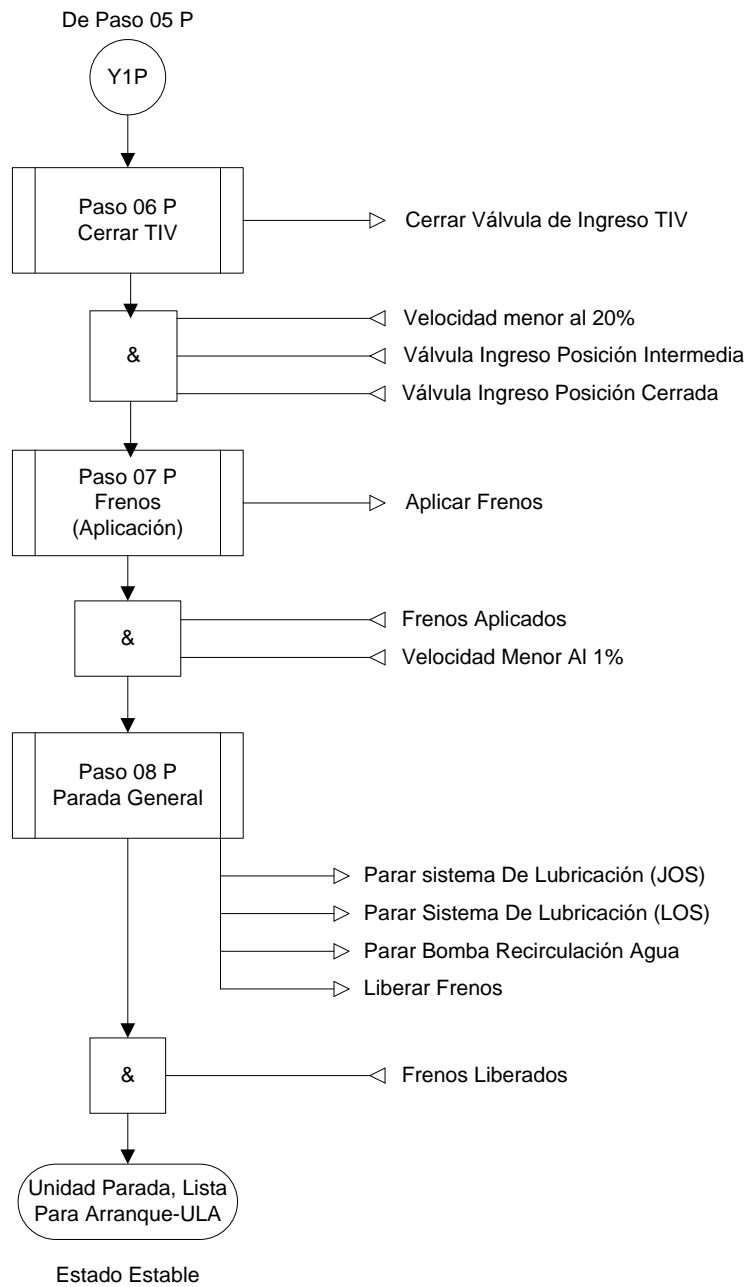


Fig. 124: Diagrama de Bloques Parada

DIAGRAMA DE PARADA DE EMERGENCIA (86-E)

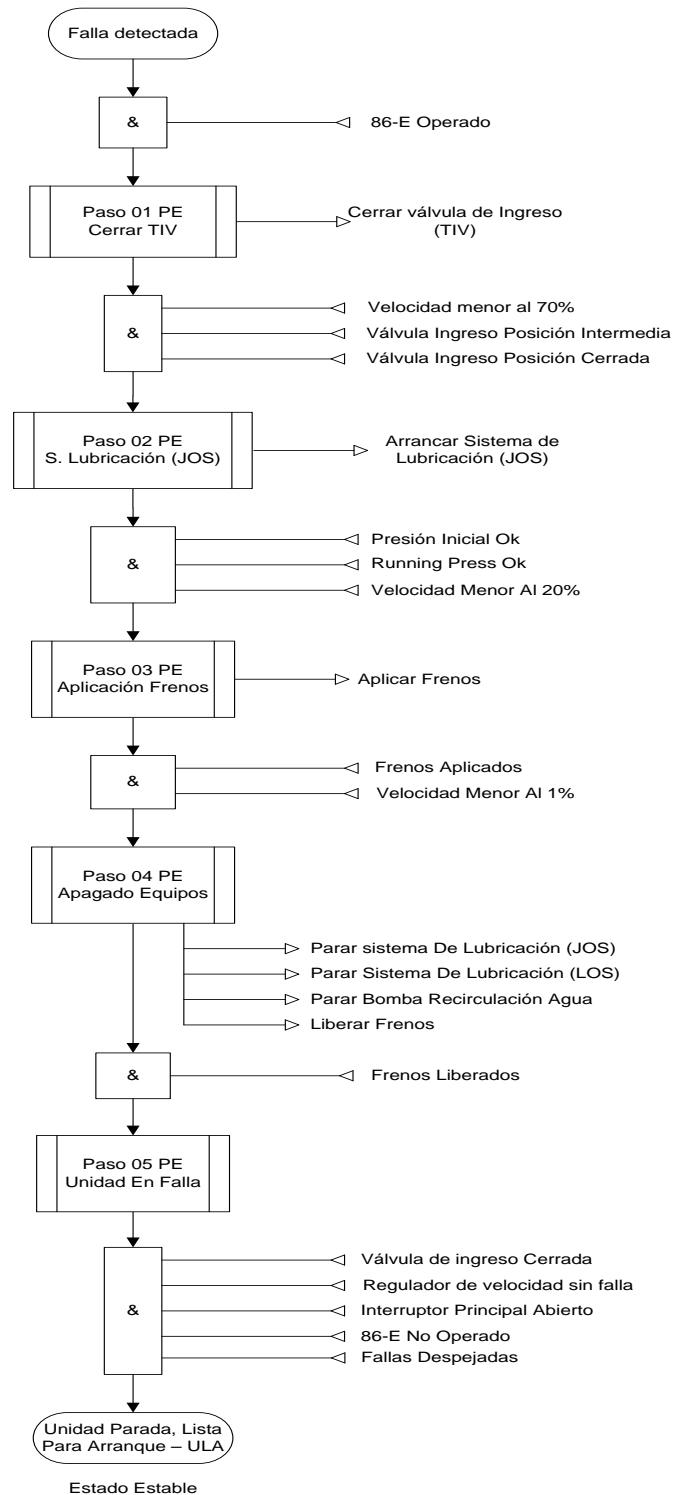


Fig. 125: Diagrama de Bloques Parada de Emergencia (86-E)



PRIMERA ENTREGA DE REPUESTOS PARA LOS EQUIPOS DE SAYMIRÍN V

A continuación se indica la primera entrega de repuestos para los inversores, rectificadores y el transformador de 8.61 MVA; el resto de repuestos será receptado por la empresa según sean entregados por los fabricantes.

ELECTROGENERADORA DEL AUSTROR UNIDAD DE SUPERVISION DE SAYMIRIN CONSORCIO ECUATORIANO DE HIDROGENERACION

CONTRATO : 2012-048

NOMBRE DEL OFERENTE: CONSORCIO ECUATORIANO DE HIDROGENERACIÓN REPUESTOS PARA SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA - INVERSORES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD) EN SITIO DEL PROYECTO	PRECIO TOTAL SIN IVA (USD)
1	FUSE 17,5X63,5 80A 690V	und.	1,00	\$ 70,15	\$ 70,15
2	5 x 20 1,6A	und.	5,00	\$ 1,15	\$ 5,75
3	6,3X32 1A	und.	5,00	\$ 5,75	\$ 28,75
4	ID pcb	und.	1,00	\$ 495,65	\$ 495,65
5	FMC pcb	und.	1,00	\$ 879,75	\$ 879,75
6	SCRSF-1F pcb	und.	1,00	\$ 399,05	\$ 399,05
7	PS-LV pcb	und.	1,00	\$ 2,28	\$ 2,28
8	I/S -CL_CUS Single Inverter pcb	und.	1,00	\$ 4,02	\$ 4,02
9	VCB-CUS pcb	und.	1,00	\$ 320,85	\$ 320,85
10	RCB-CUS pcb	und.	1,00	\$ 737,15	\$ 737,15

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



11	SCB Single Inverter pcb	und.	1,00	\$ 404,80	\$ 404,80
12	RPI-BUSCAN pcb	und.	1,00	\$ 4,63	\$ 4,63
13	INV-AV-1F 115V pcb	und.	1,00	\$ 301,30	\$ 301,30
14	VOLT REF-1F pcb	und.	1,00	\$ 865,95	\$ 865,95
15	FCI pcb	und.	1,00	\$ 417,45	\$ 417,45
16	ARC pcb	und.	1,00	\$ 495,65	\$ 495,65
17	IBPC7 pcb	und.	1,00	\$ 1,83	\$ 1,83
18	CPFC 110Vdc pcb	und.	1,00	\$ 627,90	\$ 627,90
19	Green LED	und.	1,00	\$ 74,75	\$ 74,75
20	Double SCR 56A 1200V	und.	1,00	\$ 135,70	\$ 135,70
21	Thermostat 80°C NC	und.	1,00	\$ 20,70	\$ 20,70
22	Double IGBT Module 150A 1200V	und.	1,00	\$ 939,55	\$ 939,55
23	SCP-IMN	und.	1,00	\$ 1,46	\$ 1,46
				Total:	\$ 7.235,07

Nota

:

Estos Precios no incluyen IVA.

Procedencia: Bogotá - Colombia

Guayaquil, 12 de noviembre de 2013

Ing. Benigno Malo Cevallos
Administrador del Contrato
Consorcio Ecuatoriano de
Hidrogenacion

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



**ELECTROGENERADORA DEL AUSTRO
UNIDAD DE SUPERVISION DE SAYMIRIN
CONSORCIO ECUATORIANO DE HIDROGENERACION**

CONTRATO : 2012-048

**NOMBRE DEL OFERENTE: CONSORCIO ECUATORIANO DE HIDROGENERACIÓN
REPUESTOS PARA SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA - RECTIFICADORES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDA D	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD) EN SITIO DEL PROYECT O	PRECIO TOTAL SIN IVA (USD)
1	Tarjeta relé 8NDP30LT00	und.	2,00	\$ 406,00	\$ 812,00
2	Panel digital	und.	1,00	\$ 1.508,00	\$ 1.508,00
3	Tarjeta de control trifásico	und.	1,00	\$ 3.016,00	\$ 3.016,00
4	Tarjeta TDP 3F	und.	1,00	\$ 377,00	\$ 377,00
5	Condensador de 4700 UF 200 VCC	und.	1,00	\$ 649,60	\$ 649,60
6	Power module SKKD 162/12	und.	3,00	\$ 986,00	\$ 2.958,00
7	FUSIBLE LED 180	und.	3,00	\$ 174,00	\$ 522,00
8	TRIP INDICADOR TI250	und.	3,00	\$ 145,00	\$ 435,00
9	Suministro de ventilador 12x12 120 VCA 15W	und.	2,00	\$ 301,60	\$ 603,20
10	Suministro de fusible 6 x 32 2A	und.	12,00	\$ 4,64	\$ 55,68
				Total:	\$ 10.936,48

Nota

:

Estos Precios no incluyen IVA.
Procedencia: Bogotá - Colombia

Guayaquil, 12 de noviembre de 2013

Ing. Benigno Malo Cevallos
Administrador del Contrato
Consortio Ecuatoriano de
Hidrogeneracion

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.



**ELECTROGENERADORA DEL AUSTRO
UNIDAD DE SUPERVISION DE SAYMIRIN
CONSORCIO ECUATORIANO DE HIDROGENERACION**

CONTRATO : 2012-048

**NOMBRE DEL OFERENTE: CONSORCIO ECUATORIANO DE HIDROGENERACIÓN
REPUESTOS PARA TRANSFORMADOR DE POTENCIA 8,61 MVA**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDA D	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD) EN SITIO DEL PROYECT O	PRECIO TOTAL SIN IVA (USD)
1	GAS DETECTOR RELAY T0607. Marca TAJIN	und.	1,00	\$ 2.520,00	\$ 2.520,00
				Total:	\$ 2.520,00

Nota

:

Estos Precios no incluyen IVA.

Procedencia: Busan - Corea del Sur

Guayaquil, 12 de noviembre de 2013

Ing. Benigno Malo Cevallos
Administrador del Contrato
Consortio Ecuatoriano de
Hidrogeneracion

Tania J. Duchi M.

Alfredo E. Peralta A.